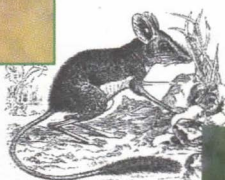
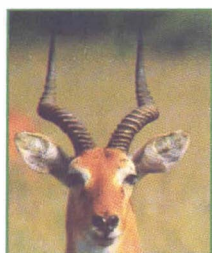


**CONTRIBUTION A LA DEFINITION  
DE METHODOLOGIES D'INVENTAIRES BIOLOGIQUES  
DANS LE CADRE DU PROJET  
INTERACTIONS ELEVAGE - FAUNE SAUVAGE - ENVIRONNEMENT  
AUTOUR DES AIRES PROTEGEES DANS LE SUD-EST DU TCHAD**



**Pierre POILECOT**



**AUTEUR (s) : Pierre POILECOT**

**ORGANISME AUTEUR : Cirad-Emvt**

**ACCES AU DOCUMENT :**

Centre de Documentation  
du Cirad

**ACCÈS : Libre**

**ETUDE FINANCEE PAR :**

**REFERENCE :**

**AU PROFIT DE : Proget FFEM Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement  
autour des aires protégées dans le Sud-Est du Tchad**

**TYPE D'APPROCHE : Mission d'expertise**

**TITRE : CONTRIBUTION A LA DEFINITION DE METHODOLOGIES  
D'INVENTAIRES BIOLOGIQUES DANS LE CADRE DU PROJET INTERACTIONS  
ELEVAGE - FAUNE SAUVAGE - ENVIRONNEMENT AUTOUR DES AIRES  
PROTEGEES DANS LE SUD-EST DU TCHAD**

**DATE ET LIEU DE PUBLICATION : LRVZ - N'djaména - Décembre 2002**

**PAYS OU REGIONS CONCERNES : TCHAD**

**MOTS CLES : Biodiversité, inventaires, méthodologies, suivi environnemental, atlas**

**RESUME :** Ce rapport, après avoir dressé le constat d'une méconnaissance de la diversité biologique du Tchad, présente le Projet « Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement autour des aires protégées dans le Sud-Est du Tchad » qui a pour principaux objectifs la connaissance de l'espace Sud-Est du Tchad, la réalisation d'un inventaire de la diversité biologique en donnant une priorité à la faune, la définition des différents modes d'utilisation du milieu et la proposition de méthodologies et d'outils pour une utilisation durable des ressources naturelles.

Pour réaliser un diagnostic de la biodiversité présente sur le site du Projet, des méthodologies d'inventaires simples, scientifiquement reconnues, sont présentées pour la végétation, la flore et les principaux groupes fauniques que sont les grands et petits mammifères, oiseaux, amphibiens, reptiles, poissons et invertébrés (lépidoptères diurnes). Ces méthodes, principalement basées sur l'estimation de l'abondance des espèces, permettront de collecter des données qui, analysées et commentées alimenteront le SIG et le contenu de l'Atlas du Projet. Elles sont faciles à mettre en œuvre par le personnel local formé à cet effet qui sera en charge des travaux de terrain dans le cadre du suivi environnemental.

Un cadre général pour la mise en œuvre du suivi environnemental, un plan global pour la réalisation de l'Atlas et des propositions de termes de référence pour les études à conduire sont présentés en fin de rapport.

© Cirad-emvt, 2001

Tous droits de traduction, de reproduction par tous procédés,  
de diffusion et de cession réservés pour tous pays.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I INVENTAIRE DE LA VEGETATION, DE LA FLORE ET DE LA FAUNE SAUVAGE</b>	<b>3</b>
<b>A. INVENTAIRES DE LA VEGETATION ET DE LA FLORE</b>	<b>4</b>
<b>I. CARTOGRAPHIE DE LA VEGETATION</b>	<b>5</b>
<b>II. INVENTAIRES FLORISTIQUES</b>	<b>5</b>
<b>1. Aspect floristique</b>	<b>5</b>
1.1. Richesse et diversité spécifique	5
1.2. Fréquence et contribution spécifique	6
1.3. Densité	6
<b>2. Aspect physionomique et structural</b>	<b>6</b>
2.1. Les types biologiques	6
2.2. Structure de la végétation	7
2.2.1. Diamètre	7
2.2.2. Hauteur	7
2.2.3. Couvert	7
2.2.4. Etat de la végétation	8
2.2.5. Régénération	8
<b>3. Phénologie</b>	<b>8</b>
<b>4. Biomasse</b>	<b>8</b>
<b>5. Méthodologies</b>	<b>8</b>
<b>5.1. Végétation herbacée</b>	<b>8</b>
5.1.1. Quadrats	8
5.1.2. Transects (Méthode des points quadrats alignés)	9
5.1.3. Mesure de la biomasse	9
<b>5.2. Végétation ligneuse</b>	<b>10</b>
5.2.1. Inventaire par comptage total	10
5.2.2. Quadrats	10
5.2.3. Transects	10
5.2.4. Méthodes des distances	10
a. Méthode des quadrants centrés sur un point	11
<b>6. Indices</b>	<b>11</b>
<b>III. ETUDES COMPLEMENTAIRES: ENQUETES</b>	<b>12</b>
<b>1. Produits ligneux</b>	<b>12</b>
<b>2. Produits non ligneux</b>	<b>12</b>
<b>3. Plantes médicinales</b>	<b>12</b>
<b>B. RECENSEMENTS FAUNIQUES</b>	<b>13</b>
<b>I. MAMMIFERES</b>	<b>13</b>
<b>1. Grands mammifères</b>	<b>13</b>
<b>1.1. Méthodes basées sur les observations directes</b>	<b>13</b>
1.1.1. Comptages terrestres	13
a. Dénombrement exhaustif	13
b. Echantillonnage d'une surface	14

■ Quadrats	14
■ Bandes de comptage ( <i>Strip transects</i> )	14
c. Echantillonnage d'une ligne	14
d. Echantillonnage à partir d'un point fixe ( <i>Point counts</i> )	17
d. Méthode utilisant des indicateurs biologiques	17
■ Indice kilométrique (IK)	17
■ Taille des groupes	18
■ Indice de reproduction	18
1.1.2. Comptages aériens	18
1.2. Méthodes basées sur des observations indirectes: indices de présence	20
1.2.1. Indice basé sur les traces (empreintes)	20
1.2.2. Indice basé sur les crottes	20
2. Petits mammifères	21
2.1. Connaissances actuelles sur les petits mammifères du Tchad	21
2.2. Rongeurs et insectivores	21
2.2.1. Capture	22
2.3 Chiroptères (Chauves-souris)	22
2.3.1. Observations dans les reposoirs	23
a. Recensements à la sortie des reposoirs	23
b. Recensements dans les reposoirs	23
2.3.2. Captures	23
a. Capture au filet	23
b. Capture au piège	24
c. Capture au filet à main	24
II. OISEAUX	24
1. Connaissances actuelles sur les oiseaux du Tchad	25
2. Méthodologies	25
2.1. Saison	25
2.2. Conditions météorologiques	26
2.3. Identification des espèces	26
2.4. Méthodes d'inventaire	26
2.4.1. Richesse et diversité spécifiques d'un site	26
a. Courbes de détection d'espèces	26
b. Taux de rencontre	27
c. Méthode des listes de Mackinnon	27
d. Timed species-counts ( <i>TSCs</i> )	28
2.4.2. Estimation de la densité: méthode des transects et méthode des points fixes	28
a. Méthode des transects ( <i>Line transects</i> )	29
b. Méthode des point fixe ( <i>Point counts</i> )	29
c. Autres méthodes	30
■ Réponse aux appels ( <i>Playback count</i> )	30
■ Capture aux filets	30
■ Cas particulier des oiseaux d'eau	30
III. AMPHIBIENS	31
1. Connaissances actuelles sur les amphibiens du Tchad	32
2. Méthodes	32
2.1. Clôture et pots	32
2.2. Transects	33
2.3. Quadrats	34
2.4. Inventaire d'après les cris (Chants)	34
2.5. Transects de nuit	35
IV. REPTILES	35
1. Connaissances actuelles sur les reptiles du Tchad	35

<b>2. Méthodes</b>	36
<b>2.1. Captures</b>	36
2.1.1 Capture à la main	36
2.1.2. Capture à l'aide de pièges	37
2.1.3. Capture à l'aide de glue	37
<b>2.3. Transects et quadrats</b>	38
<b>2.4. Enquêtes au niveau des villageois</b>	38
<b>V. POISSONS</b>	38
<b>1. Connaissances actuelles de l'ichtyofaune du Tchad</b>	38
<b>2. Méthodes</b>	38
<b>VI. INVERTEBRES</b>	39
<b>1. Connaissances actuelles sur les lépidoptères diurnes du Tchad</b>	39
<b>2. Méthodes</b>	39
<b>2.1. Transects</b>	39
<b>2.2. Captures</b>	40
<b>VII. ETUDES COMPLEMENTAIRES: ENQUETES</b>	40
<b>1. Inventaires complémentaires sur la faune sauvage</b>	40
<b>2. Utilisations de la faune sauvage</b>	41
<b>2.1. Alimentation</b>	41
<b>2.2. Sous-produits de la faune sauvage</b>	41
<b>2.3. Pharmacopée traditionnelle</b>	41
<b>CHAPITRE II        SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)                          DU PROJET</b>	42
<b>CHAPITRE III       SUIVI ENVIRONNEMENTAL</b>	43
<b>CHAPITRE IV       ATLAS DU PROJET</b>	45
<b>CHAPITRE V        CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</b>	46
<b>A. FORMATION</b>	47
<b>B. INVENTAIRES</b>	47
<b>C. COLLECTIONS</b>	48
<b>D. PUBLICATIONS</b>	49
<b>E. EDUCATION ENVIRONNEMENTALE</b>	49
<b>F. « PUBLICITE » DU PROJET</b>	49
<b>ANNEXES</b>	50
<b>Annexe 1        ANALYSE LINEAIRE (Points quadrats)</b>	51
<b>Annexe 2        INVENTAIRE DES LIGNEUX</b>	52
<b>Annexe 3        TERMES DE REFERENCE: Etude végétation et Flore</b>	53
<b>Annexe 4        TERMES DE REFERENCE: Etude des grands mammifères</b>	55
<b>TERMES DE REFERENCE: Etude des petits mammifères</b>	57
<b>TERMES DE REFERENCE: Etude ornithologique</b>	59
<b>TERMES DE REFERENCE: Etude sur les amphibiens</b>	61
<b>TERMES DE REFERENCE: Etude sur les reptiles</b>	63
<b>TERMES DE REFERENCES: Etude ichtyologique</b>	65
<b>TERMES DE REFERENCES: Etude sur les invertébrés (Lépidoptères diurnes)</b>	67
<b>Annexe 5        ATLAS DU PROJET</b>	69
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	72

## INTRODUCTION

La diversité biologique au Tchad en général est mal connue. Si de nombreuses études ont été conduites dans le passé sur la végétation et la flore et dans une moindre mesure sur la faune sauvage, elles demandent à être actualisées, approfondies et surtout complétées par de nouveaux programmes de recherches. Le Tchad apparaît comme un carrefour biogéographique que souligne la richesse exceptionnelle de la flore du pays provenant de liaisons entre les domaines saharien et soudano-sahélien d'une part, et entre la flore d'Afrique de l'Ouest et celle de l'Afrique de l'Est d'autre part. Si certaines régions ont été relativement bien explorées du point de vue botanique d'autres, comme le sud-est, demeurent encore très insuffisamment explorées. Outre l'intérêt botanique, le sud-est du Tchad offre un grand intérêt écologique au travers des vastes plaines alluviales inondables, sur vertisols, qui font du Salamat un écosystème unique qui demande à être mieux étudié et conservé.

De même que pour la flore, les informations relatives à la faune sauvage sont peu importantes et concernent principalement les parcs nationaux de Zakouma et de Manda. Si les buffles, girafes et grandes antilopes comme l'hippopotame rouan, le bubale major ou le damalisque sont encore présents dans les savanes les mieux préservées, d'autres espèces comme l'éléphant (dont la plus grosse partie de la population se maintient dans le Parc de Zakouma), l'hippopotame, la gazelle à front roux et les grands carnivores (lion, panthère, guépard, lycaon) sont classés comme étant en danger ou vulnérables sur la Liste Rouge de l'UICN. A l'exception du Parc national de Zakouma, les données sur l'avifaune sont pratiquement inexistantes. Il en est de même pour de nombreux autres groupes comme les amphibiens, les reptiles, les poissons ou les invertébrés.

Le site du Projet « Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement autour des aires protégées dans le Sud-Est du Tchad » s'étend sur un territoire d'environ 80 000 km<sup>2</sup>, couvrant les régions administratives du Salamat (partie nord, nord-ouest, ouest et sud-ouest), du Guéra dans toute sa partie sud, du Lac Iro et du Bahr Kôh dans sa partie est, approximativement entre 9° et 11° de latitude Nord et 17° et 21° de longitude Est (Figure 1).

Le climat est de type soudanien, avec des précipitations annuelles oscillant entre 600 et 1 000 mm, concentrées sur la période mai-octobre. En dehors des collines rocheuses du sud Guéra (1 091 m d'altitude à Melfi), l'ensemble de la zone du Projet est constitué de vastes plaines, parcourues par de nombreux cours d'eau (« *bahr* »), d'orientation générale nord-est - sud-ouest. En raison des très faibles pentes ces cours d'eau, très sinueux, inondent pendant la saison des pluies de larges territoires, enrichissant annuellement de dépôts limoneux fertiles.

Ces zones de forte productivité biologique, sont restées dans un état de conservation très satisfaisant, du fait de leur inaccessibilité en saison des pluies. Elles englobent les aires protégées les plus riches du pays qui sont:

- la Réserve de Faune du Bahr Salamat qui inclut le Parc national de Zakouma;
- la Réserve de Faune de Siniaka-Minia dans le Guéra
- Le Parc national de Manda dans le Bahr Kôh;
- les blocs de chasse de l'Aouk dans le Lac Iro et le Salamat.

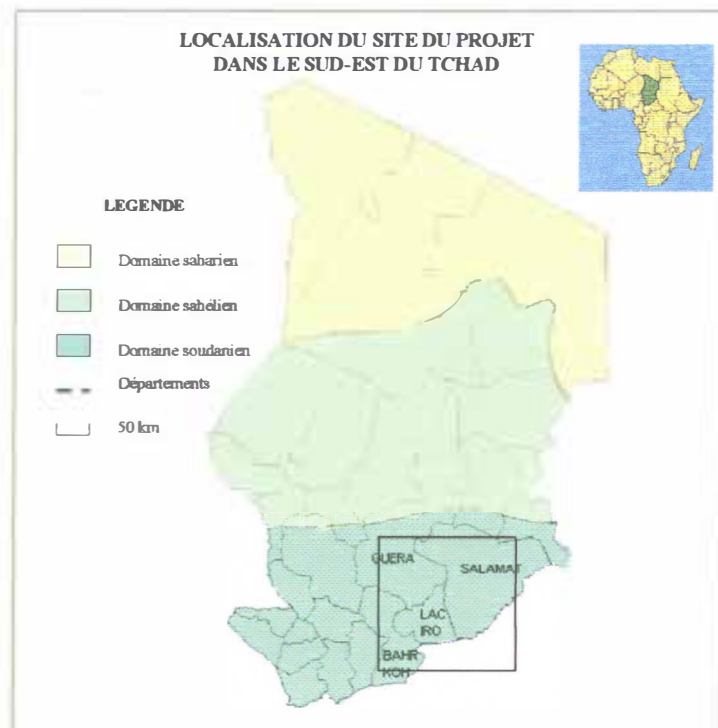


Fig. 1. Situation géographique du Projet dans le Sud-Est du Tchad.



Le site du Projet comprend un ensemble d'écosystèmes de savane encore bien conservés qui assurent une liaison entre les patrimoines de l'Afrique de l'Ouest et ceux de l'Afrique de l'Est ainsi que la transition entre le Sahara et le Domaine soudano-guinéen. Une telle situation géographique ne fait aucun doute de l'intérêt de cette région quant à la biodiversité qui demande à être mis en évidence tant au niveau de la flore que de la faune sauvage.

Un endémisme au niveau de savanes d'Afrique centrale (Nord Cameroun, Sud du Tchad, Est de la République centrafricaine) est certainement à rechercher dans la zone couverte par le Projet.

Du nord au sud se succèdent trois composantes phytogéographiques majeures (Pias, 1970; Gillet, 1969):

⇒ Les savanes à *Acacia*, d'affinité sahélo-soudanienne (pluviométrie annuelle de 600-700 mm), bien représentées par les peuplements d'*Acacia seyal*, et par les formations hydromorphes à *Acacia nilotica* et *A. sieberiana*;

⇒ Les savanes à Combretaceae, d'affinité soudanienne (pluviométrie annuelle de 900 mm), caractérisées en particulier par *Anogeissus leiocarpa*, *Combretum glutinosum*, *C. aculeatum* et *Piliostigma reticulatum*;

⇒ Les savanes à Caesalpinaceae d'affinité sud-soudanienne (pluviométrie annuelle > 1 100 mm), de physionomie plus dense et composées de peuplements ligneux pluristrates comprenant de grands arbres comme *Azelia africana*, *Daniellia oliveri* ou *Isoberlinia doka*.

Deux grands secteurs, l'un dans le nord et l'est constitué de formations savaniques bien conservées et l'autre dans le sud-ouest davantage soumis à la pression de l'agriculture et de l'élevage, caractérisent le site du Projet. La faune sauvage, dépendante de la qualité des habitats naturels est donc inégalement distribuée avec de plus fortes populations dans le premier secteur.

Ces milieux sont menacés par la pression de l'agriculture et de l'élevage et certaines espèces risquent de disparaître par la fragmentation, la dégradation de leurs habitats ou une surexploitation des populations.

Le Projet « Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement autour des aires protégées dans le Sud-Est du Tchad » a pour principaux objectifs:

- la connaissance de l'espace Sud-Est du Tchad;
- la réalisation d'un inventaire de la diversité biologique en donnant une priorité à la faune;
- la définition des différents modes d'utilisation du milieu;
- la proposition de méthodologies et d'outils pour une utilisation durable des ressources

naturelles.

La connaissance de la diversité biologique ne peut s'acquérir qu'au travers d'inventaires floristiques, fauniques complétés par le savoir traditionnel des populations locales. Dans le cadre du Projet, un travail de compilation de bibliographie s'avère indispensable en préalable au lancement des études de terrain. Les méthodologies d'inventaires présentées dans ce rapport ne sont pas exhaustives et comprennent les plus simples et les plus couramment utilisées. Le choix d'une méthode, dans le contexte du Projet, devra être fait en fonction:

- ⇒ des priorités du Projet;
- ⇒ des ressources humaines et financières;
- ⇒ de l'expertise disponible (locale, nationale, internationale);
- ⇒ de l'accessibilité aux différents sites de travail;
- ⇒ des données disponibles.

Les travaux préliminaires à ceux du suivi environnemental doivent chercher à établir un **diagnostic de la zone du Projet**, en particulier dans les territoires et terroirs tests, à savoir:

- réaliser une carte de la végétation;
- réaliser des inventaires (T0) dans les principales unités de végétation (formations ligneuses et herbacées (pâturages);
- réaliser des inventaires fauniques concernant les principaux groupes;
- réaliser des enquêtes sur l'utilisation des produits végétaux et animaux;
- mettre en évidence les compétitions entre la faune sauvage et le bétail.

Cette dernière composante sera abordée à partir des résultats des recensements de la faune sauvage, du bétail et des enquêtes menées auprès des pasteurs et des agriculteurs, en particulier dans les zones « tests » et plus spécialement à la périphérie du Parc national de Zakouma.

## CHAPITRE I

# INVENTAIRE DE LA VEGETATION, DE LA FLORE ET DE LA FAUNE SAUVAGE

La réalisation d'inventaires fauniques et floristiques a pour principaux objectifs:

- la description de sites;
- la détermination de sites présentant des intérêts particuliers;
- l'estimation de la taille des populations animales et de la densité des végétaux;
- la connaissance de la dynamique des populations animales et des peuplements végétaux;
- la distribution des espèces à différents niveaux;
- la détermination des domaines vitaux des espèces animales.

Les données de base obtenues au travers de ces inventaires vont permettre de mettre en place un dispositif de *suivi environnemental* de façon à mettre en évidence les changements qui apparaissent au sein des populations animales et/ou des peuplements végétaux et de définir les causes de ces variations. Il sera possible également, de par les résultats de ces suivis, d'évaluer l'efficacité des méthodes de gestion des habitats mises en oeuvre et de réorienter celles-ci dans le cas de dégradation de l'environnement.

Les objectifs et les résultats attendus doivent conduire à dresser une série de questions dont les réponses influenceront le choix des méthodes d'inventaire et de suivi écologique. Ces interrogations peuvent comprendre par exemple des questions relatives à:

⇒ L'objectif de l'inventaire

Quelle est la population de telle espèce sur le site 1 ?

Quelle est la distribution de telle et telle espèce dans les habitats a et b du site 1 ?

⇒ La zone d'étude

Quelles sont les limites de la zone d'étude ?

Quelles contraintes imposent la surface de la zone d'étude ?

⇒ La collaboration pour mener à bien les inventaires

Quels peuvent les partenaires locaux, nationaux et/ou internationaux ?

⇒ La méthode choisie sur le terrain

La méthode retenue est-elle la meilleure pour l'objectif fixé ?

⇒ La préparation de l'inventaire

Quels vont être les besoins en matériel ?

Quels vont être les besoins en personnel ?

Quels vont être les besoins en formation ?

Comment seront récoltées les informations ?

Comment seront analysées les données ?

⇒ La finalité de l'inventaire

Qui va utiliser les résultats ?

Comment seront disséminées les informations ?

Quels que soient les êtres vivants à inventorier, animaux et végétaux, des dénombrements exhaustifs ne sont pas envisageables à cause des surfaces souvent très importantes et du coût de tels recensements. L'étude d'échantillons, déterminés avec rigueur au sein des zones à étudier, permettra de récolter des données et des informations qu'il sera possible d'extrapoler à l'ensemble de la région considérée. Pour que les résultats des inventaires soient généralisables à la population statistique, l'échantillon doit être représentatif de cette dernière et doit donc refléter fidèlement sa composition et sa complexité (Scherrer, 1984).



La première qualité d'un échantillon se rapporte à sa *représentativité*, la seconde à sa *taille* (effectif  $n$ ) qui doit être la plus grande possible et la troisième à son *efficacité* qui s'évalue en terme de temps et d'argent investi dans l'échantillonnage. Trois grands types d'échantillonnage sont fréquemment utilisés (Fig. 2):

**L'échantillonnage aléatoire simple (1):** l'échantillon est dit aléatoire lorsque tous les individus ont une même probabilité de faire partie de l'échantillon. Cette méthode consiste à prélever au hasard et de façon indépendante  $n$  unités d'échantillonnage d'une population de  $N$  éléments. Les unités à échantillonner peuvent être définies à l'aide d'une table de nombres aléatoires.

Cette méthode est utile dans le cas de zones peu étendues et homogènes, dans laquelle les unités d'échantillonnage ne sont pas nombreuses.

**L'échantillonnage systématique (2)** qui consiste à choisir seulement la première unité comme aléatoire puis à sélectionner les autres unités de façon régulière ou systématique. Ce type d'échantillonnage est applicable à des situations très variées.

**L'échantillonnage stratifié (3),** dans le cas d'une zone d'étude hétérogène, qui conduit à la subdiviser en strates: la sélection des unités d'échantillonnage s'effectue ensuite, de façon aléatoire ou systématique, au sein de chaque strate. Ceci implique que chaque strate ne soit pas trop étendue et relativement homogène.

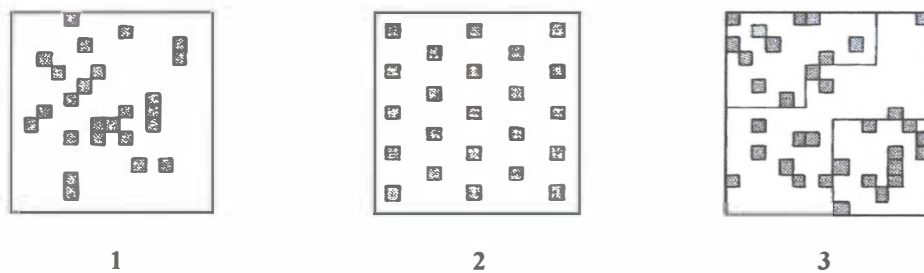


Fig. 2. Répartition spatiale d'aires de prélèvement ou de mesure (d'après B. Scherrer, 1984).

La distribution des individus au sein d'une zone définie n'est pas quelconque et pas obligatoirement connue. La surface à échantillonner doit donc être représentative de la zone à recenser. La stratégie d'échantillonnage doit permettre de déterminer:

- la taille des échantillons en fonction de l'espèce et des conditions de milieux (végétation, ressources alimentaires);
- le nombre des unités d'échantillonnage en fonction de la précision souhaitée (pour l'estimation des densités par exemple);
- la position des unités d'échantillonnage.



## A. INVENTAIRE DE LA VÉGÉTATION ET DE LA FLORE

Les études conduites sur la végétation et la flore vont chercher à:

- définir les différents types de végétation d'une région ou d'un site donné et les communautés de plantes qui les caractérisent (phytosociologie);
- cartographier les unités de végétation;
- étudier les interactions entre les plantes et les facteurs environnementaux;
- caractériser la végétation au travers d'habitats intéressants pour les animaux, qu'ils soient domestiques ou sauvages.

Les informations sur la végétation et la flore doivent permettre de résoudre des problèmes d'écologie, de conservation et de gestion et de prévoir (modélisation) de futurs changements.

L'échelle à laquelle doit être conduite la recherche ou les travaux est importante à déterminer, tant au niveau de l'écosystème que de la végétation (Fig. 3).

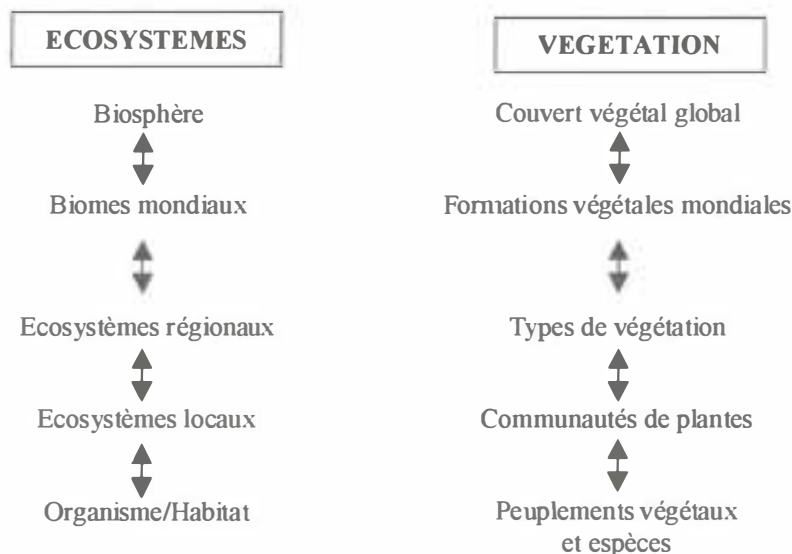


Fig. 3. Différentes échelles auxquelles peuvent être étudiés les écosystèmes et la végétation (d'après Kent et Coker, 1992).

La flore du Tchad compte entre 1 600 et 1 650 espèces avec un taux d'endémisme pratiquement nul au niveau du pays mais un endémisme serait certainement à rechercher dans les savanes d'Afrique centrale entre le Nord Cameroun, le Sud du Tchad et la République Centrafricaine. Le site du Projet présente donc un grand intérêt car peu de prospections botaniques ont été conduites dans les dernières décennies, à la suite des travaux des agrostologues de l'IEMVT (1961-1971). De plus, la partie Est et Sud-Est du Projet, difficile d'accès en saison pluvieuse, est très mal connue du point de vue floristique.

## I. CARTOGRAPHIE DE LA VEGETATION

Le manque de documents cartographiques constitue un handicap majeur pour pouvoir programmer les différentes études à conduire dans cette partie du Tchad. La réalisation d'une carte de l'occupation des sols au 1/200 000<sup>ème</sup>, à partir d'images LANDSAT, permettra d'obtenir une image générale de la végétation pour l'ensemble du site du Projet à l'aide de laquelle il sera facile de distinguer les grandes unités de végétation naturelle et les zones sous l'emprise de l'agriculture.

Des cartes plus précises au 1/25 000<sup>ème</sup>, établies à partir de relevés de terrain, apporteront le détail nécessaire pour une bonne compréhension des systèmes de la gestion des terroirs sélectionnés.

## II. INVENTAIRES FLORISTIQUES

L'étude de la végétation doit être considérée sous deux aspects, l'un *floristique* qui considère les espèces avec leur identification, fréquence, abondance et densité, et l'autre *physionomique* et *structural* basé sur la morphologie, le type biologique, la structure et la taille des végétaux. A ces informations pourront être ajoutées des données sur la biomasse et la phénologie des espèces.

### 1. Aspect floristique

#### 1.1. Richesse et diversité spécifiques, richesse floristique

La richesse spécifique se définit comme le nombre d'individus présents dans un échantillon, une zone donnée ou une communauté alors que la diversité spécifique (qui inclut en partie la définition précédente), tient compte également de l'abondance relative des espèces (Magurran, 1988). La richesse floristique correspond donc à la seule diversité de la flore, donc du nombre de taxons inventoriés et rigoureusement identifiés, et ne prend pas en compte les notions de production ou productivité.

## 1.2. Fréquence et contribution spécifique

⇒ La fréquence spécifique (FS) d'une espèce correspond au nombre de fois ou de points où cette espèce a été rencontrée: il s'agit donc d'une *fréquence absolue*.

La *fréquence relative* d'une espèce dans les unités échantillonnées, est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre d'unités observées dans lesquelles cette espèce est présente et le nombre total d'unités observées.

⇒ La contribution spécifique (CS) est définie comme le rapport de la fréquence spécifique à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées.

Dans le cas d'un inventaire de la végétation herbacée par la méthode des points quadrats, la contribution spécifique peut être considérée comme une expression relative de la biomasse. Ainsi, on peut estimer qu'une ayant espèce une CS de 12 % contribue pour 12 % à la biomasse de la végétation étudiée.

La connaissance de la contribution spécifique est utile pour exprimer les similitudes floristiques quantitatives de deux ou plusieurs relevés. La somme des contributions spécifiques des espèces communes de relevés pris deux à deux permet de les comparer quantitativement alors que les coefficients de similitude de Jacquard et de Sørensen ne permettent de faire qu'une comparaison qualitative entre relevés.

En attribuant par la suite un coefficient de valeur fourragère aux espèces dominantes du pâturage, il est possible d'estimer facilement la qualité du pâturage (voir § 5.12).

## 1.3. Densité

La densité d'une espèce est définie comme le nombre d'individus recensés de cette espèce par unité de surface, généralement par hectare (d/ha). Il est important de prendre en compte que les tiges sortant de terre n'appartiennent pas nécessairement à des individus différents (drageons par exemple), principalement lorsque l'on travaille au niveau de la régénération.

La densité, assez peu employée pour la végétation herbacée, fournit par contre des indications intéressantes sur le dynamisme des peuplements ligneux (densité des espèces par classes d'âge par exemple).

Associée aux informations sur la hauteur et la surface terrière des peuplements, elle constitue un moyen d'apprécier le potentiel de production des peuplements ligneux (bois).

## 2. Aspect physiologique et structural

### 2.1. Types biologiques

Ils sont généralement définis à partir de la classification de Raunkiaer (1934), adaptée à la végétation tropicale. Pour les espèces ligneuses (phanérophytes), ils sont définis d'après leur hauteur et pour les espèces herbacées d'après leur mode de reproduction ou de survie. Ils comprennent les classes suivantes:

MPh	mégaphanérophite (> 30 m)	}	Ces quatre classes constituent les phanérophytes, dont les bourgeons sont situés à plus 0,5 m au-dessus du sol.
mPh	mésophanérophite (8-30 m)		
mph	microphanérophyte (2-8 m)		
nph	nanophanérophite (0,5-2 m)		
Ch	chaméphyte (bourgeons situés au-dessus du sol entre 0,25-0,5 m)		
H	hémicryptophyte (bourgeons situés au ras du sol)		
G	géophyte (organe pérennant situé dans le sol)		
Th	thérophyte (subsiste à l'état de graine: plante annuelle)		
Hyd	hydrophyte (plante aquatique, fixée ou nageante)		
Ep	épiphyte		
Par	parasite		

Chaque espèce est caractérisée par une forme biologique «fondamentale» mais qui peut-être appréciée également à un moment donné de la vie du végétal. Par exemple *Khaya senegalensis*, qui est un mésophanérophite (mPh.) peut apparaître dans les relevés de végétation sous la forme d'un arbuste (régénération) et sera ainsi enregistré comme nanophanérophite (nph). L'importance des types biologiques devient dans ce cas très importante pour décrire la végétation à un moment donné, dépendante de facteurs écologiques bien précis.

Il est parfois également nécessaire de considérer certaines *formes de spécialisation* qui peuvent gêner le classement d'une plante dans l'un ou l'autre de ces classes.

Par exemple, *Oryza barthii* est un riz sauvage annuel, donc un thérophyte, mais qui croît dans les mares: il peut donc aussi entrer dans la catégorie des hydrophytes ou héliophytes (végétale qui se développe sur des sols vaseux).

Enfin, pour appréhender l'origine de la flore du site considéré, il est possible d'aborder les inventaires en y ajoutant des éléments de chorologie et répartir les espèces par leurs affinités biogéographiques.

## 2.2. Structure de la végétation

### 2.2.1. Diamètre

Le diamètre des arbres et arbustes est obtenu en mesurant la circonférence à hauteur de poitrine (1,30 m), à l'aide d'un compas (type compas forestier) ou d'un mètre de couturière gradué en centimètres. Les arbustes dont la circonférence est < 6 cm (diamètre < 2 cm) sont alors considérés comme faisant partie de la régénération. Les classes de diamètre sont les suivantes:

**Cl. Ø**      1: 2-5 cm   2: 5-10 cm   3: 10-15 cm   4: 15-20 cm   5: 20-30 cm   6: 30-40 cm   7: 40-50 cm   8: 50-60 cm  
9: 60-70 cm   10: >70 cm

Dans le cadre d'individus « jumelés », le diamètre considéré correspond à la moyenne des deux tiges. Dans le cas d'individus à plusieurs tiges, la tige dominante est seule prise en compte.

Les diamètres permettent ensuite de calculer la surface terrière ( $m^2/ha$ ) qui correspond à la surface de la section du tronc ( $\pi R^2$ ) à 1,30 m au-dessus du sol.

### 2.2.2. Hauteur

La hauteur du tapis herbacé est généralement facile à mesurer à l'aide d'une règle ou de jalons gradués tous les 10, 20 ou 50 cm par exemple. Dans les peuplements de savane, la hauteur des ligneux, jusqu'à 6-8 m, peut être mesurée à l'aide d'une règle télescopique. Pour des individus plus grands, il faut soit estimer leur taille, soit utiliser un dendromètre (Suunto, Blume Leiss par exemple), très faciles d'emploi et peu encombrants. Les classes de hauteur sont définies en fonction de la structure du peuplement étudié. Dans les savanes, où les grands arbres ne sont pas fréquents, elles peuvent être définir comme suit:

**Cl. hauteur**   1: 1-2 m   2: 2-4 m   3: 4-6m   4: 6-8 m   5: 8-10 m   6: 10-15 m   7: 15-20 m   8: >20 m

Les arbustes < 1 m sont considérés comme faisant partie de la régénération.

La réalisation d'histogrammes à partir de la distribution des individus par classes d'âge et de hauteur permet d'avoir une idée précise de l'état des peuplements végétaux. Une espèce représentée exclusivement par des pieds âgés est vouée à disparaître plus ou moins à brève échéance alors qu'une essence se maintiendra longtemps lorsqu'elle présente des densités comparables dans les différentes classes d'âge.

### 2.2.3. Couvert

Le couvert correspond à la surface de sol occupée par la projection des touffes d'herbacées ou des houppiers des arbres et arbustes. Il s'exprime généralement en pourcentage, mais aussi en  $m^2/ha$ . Il peut être obtenu par une estimation visuelle à l'intérieur de quadrats. Le système de Braun-Blanquet (1932), fréquemment utilisé, propose un indice d'abondance-dominance qui s'apprécie selon l'échelle suivante:

- |   |   |
|---|---|
| + | peu abondant, recouvrement très faible                |
| 1 | abondant mais avec un faible recouvrement de 1-5%     |
| 2 | très abondant ou recouvrement compris entre 5% et 25% |
| 3 | recouvrement de 25 à 50 %                             |
| 4 | recouvrement compris entre 50 et 75%                  |
| 5 | recouvrement > 75%                                    |

Pour la reconnaissance d'un pâturage en milieu tropical, sur des surfaces variant de 900  $m^2$  en savane à 2500  $m^2$  en steppe, cette échelle est utile et pratique pour avoir une estimation du couvert herbacé.

Si la végétation ligneuse ne dépasse 1,5-2 m de hauteur, le couvert peut être mesuré le long d'un transect, en tendant un ruban gradué au-dessus de la végétation et en notant la longueur occupée par chaque houppier.



Cette méthode peut être également utilisée lorsque la végétation herbacée est sous forme de touffes bien distinctes. La somme des mesures rapportées à la longueur du transect permet ainsi de calculer le pourcentage du couvert.

Le couvert ligneux peut aussi être obtenu dans des quadrats (de 2500 m<sup>2</sup> par exemple) par la mesure de deux diamètres en croix à l'aide d'un ruban gradué (double mètre ou décamètre) pris à la verticale (tangente) du houppier de chaque individu. Le diamètre moyen ainsi obtenu permet de calculer la surface de chaque houppier assimilée à un cercle.

Rem. : Un exemple de fiche de relevé pour les ligneux, arbres et arbustes, est présenté en Annexe 2.

#### 2.2.4. Etat de la végétation

L'état de la végétation et la qualité d'un pâturage peuvent être estimés en considérant la composition floristique, en comparant la proportion d'espèces annuelles et pérennes et en notant l'importance des espèces envahissantes ou le pourcentage de sol nu. Pour les ligneux l'intensité de la régénération, l'embroussaillage, le nombre d'arbres dépérissants ou morts seront des indices à observer pour définir l'intensité des sécheresses passées, l'action des feux de brousse ou une pression d'herbivorie importante (par les éléphants par exemple).

#### 2.2.5. Régénération

L'étude de la régénération ligneuse, composée de plantules jusqu'à des tiges inférieures ou égales à 1 m, permet d'estimer la dynamique de certaines espèces et d'expliquer celle du milieu en général. En effet, une mauvaise gestion des pâturages entraîne souvent un embroussaillage des parcours qui est préjudiciable au bétail. Certaines espèces indésirables ou envahissantes sont ainsi vite détectées et des mesures peuvent être alors prises pour limiter leur développement ou les éliminer.

### 3. Phénologie

Bien que l'étude de la phénologie soit « consommatrice » de temps, elle apporte des informations indispensables à une bonne connaissance de la dynamique de la végétation.

La connaissance de la phénologie des espèces herbacées est importante dans le cas d'un suivi de pâturage puisque la composition floristique apparente de la végétation et sa structure peuvent varier dans le temps. Les phénophases chez les ligneux ont de plus des applications très pratiques car elles conditionnent le comportement de nombreuses espèces animales, à la recherche de fruits particuliers, dont il est ainsi possible de prévoir les déplacements et les migrations. La production de fruits d'espèces indigènes représente, pour certaines ethnies, un complément alimentaire très important et une source de revenus lorsque les produits sont commercialisables. La connaissance des périodes de floraison de nombreuses espèces est utile pour les apiculteurs par exemple.

Un protocole d'étude concernant la phénologie devrait au moins considérer les informations suivantes:

*Production de bourgeons - Feuillaison - Floraison - Début fructification - Fin fructification -  
Flétrissement - Chute des feuilles.*

### 4. Biomasse

La biomasse correspond à la quantité de matière végétale contenue dans les communautés végétales par unité de surface et est généralement exprimée en poids de matière sèche. La productivité primaire est alors définie comme l'accroissement de matière végétale par unité de surface et de temps (exprimé en poids de matière sèche par unité de surface et de temps).

La biomasse est principalement utilisée pour la végétation herbacée car elle permet de connaître la production d'un pâturage et de calculer la capacité de charge. Elle est plus difficile à calculée pour les ligneux.

### 5. Méthodologies

#### 5.1. Végétation herbacée

##### 5.1.1. Quadrats

Les quadrats sont des surfaces échantillons définies par un cadre en bois ou métallique (petite surgace) ou délimitées sur le terrain à l'aide d'un décamètre et de corde pour en marquer le périmètre.



La taille des quadrats n'est pas toujours aisée à définir mais on estime, d'une façon générale, que leur surface doit varier de 0.25-16 m<sup>2</sup> pour les pâturages.

#### 5.1.2. Transects (Méthode des points quadrats alignés)

La méthode des *points quadrats alignés* ou *points-contacts* permet une étude facile et rapide du tapis herbacé: elle est de plus peu coûteuse et nécessite un équipement peu encombrant. Elle consiste à caractériser l'importance de chacune des espèces en mesurant son recouvrement par l'observation de fréquences à la verticale de points (généralement 100) disposés régulièrement le long d'une ligne, qui peut-être par exemple un décamètre tendu au-dessus de la végétation (un exemple de fiche de relevé est présenté en Annexe 1). Pour obtenir 100 points sur une longueur de 10 m, une aiguille (ou baïonnette) est introduite verticalement dans le tapis tous les 10 cm en ne prenant en compte qu'un seul contact par espèce, au niveau des feuilles ou des tiges (Fig. 4).

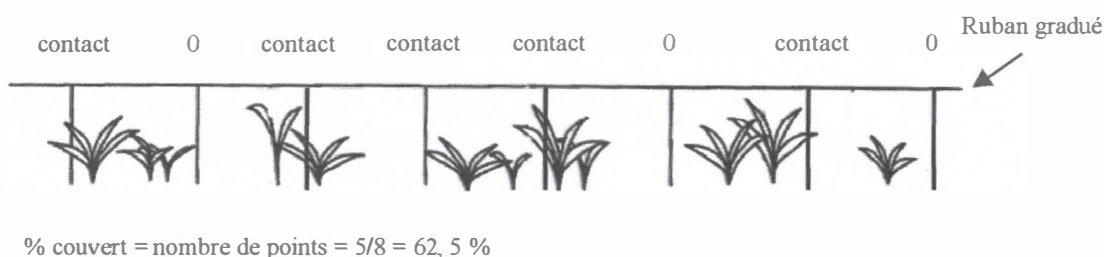


Fig. 4. Estimation du couvert herbacé selon la méthode des points quadrats alignés.

Cette méthode permet également, d'année en année, d'estimer et de suivre l'évolution et la composition floristique et de la valeur d'un pâturage. La détermination de la « valeur pastorale (VP) » de la végétation des herbages consiste à donner un indice global de qualité qui tient compte de la composition floristique et de la valeur relative des espèces (Daget & Poissonnet, 1971). Cette valeur relative se définit en attribuant à chacune des espèces un *indice de qualité spécifique* ou de *valeur pastorale* variant de 0 à 5 (Tableau 1). Cet indice a été donné à de nombreuses espèces en tenant compte de leur vitesse de croissance, valeur nutritive, appétibilité, saveur, digestibilité, etc....

Localité: Tara

Date: 04.09.02

Espèces	Fréquence	Contribution spécifique (%)	Indice de valeur pastorale	Valeur pastorale (VP) totale
Sol nu	6			
<i>Panicum laetum</i>	49	76,6	4	306,4
<i>Ipomoea coptica</i>	6	9,3	2	18,6
<i>Aeschynomene indica</i>	2	3,1	2	6,2
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	2	3,1	4	12,4
<i>Indigofera oblongifolia</i>	2	3,1	3	9,3
<i>Cyperus rotundus</i>	1	1,6	1	1,6
<i>Ipomoea sinensis</i>	1	1,6	2	3,2
<i>Solanum dubium</i>	1	1,6	0	0
Total	64	100		357,7

Tableau 1. Exemple d'un inventaire de pâturage dans le nord du Tchad, dans lequel huit espèces ont été recensées sur la ligne.

La valeur pastorale est obtenue en multipliant les contributions des diverses espèces par les indices de qualité: les valeurs obtenues sont additionnées et exprimées en pourcentage.

$$VP = \frac{357,7}{500} \times 100 = 71,5 \% \quad (500 = 100 \times 5 \text{ valeurs maximum})$$

### 5.1.3. Mesure de la biomasse

L'estimation de la production de matière sèche peut être réalisée par fauchage de placeaux homogènes et représentatifs du couvert herbacé du pâturage sur des surfaces variant de 4 à 25 m<sup>2</sup> (Boudet, 1978).

Les prélèvements sont effectués lorsque les plantes sont à leur optimum de développement (floraison et/ou fructification), en fin de période active, ou à intervalles réguliers pour évaluer la production de repousses successives tout au long de la période active.

Pour les espèces annuelles, la productivité annuelle est égale à la biomasse récoltée. Pour les pérennes, elle est égale à la biomasse récoltée multipliée par un coefficient variant de 25 à 35 %.

Il est souhaitable lors de l'étude de la biomasse de séparer les graminées, qui représentent la majeure partie du fourrage, des autres espèces.

Pour les pâturages constitués de graminées robustes, une séparation entre la biomasse foliaire, la biomasse sommitale et la biomasse fournie par les tiges est aussi possible. Dans ce cas, seules les biomasses foliaires et sommitales constituent la biomasse utile pour les animaux.

## 5.2. Végétation ligneuse

Comme pour la végétation herbacée, la densité des ligneux dans une unité de végétation donnée peut-être obtenue par des mesures effectuées dans des quadrats ou le long de transects.

### 5.2.1. Inventaire par comptage total

Un inventaire total n'est envisageable que dans le cas des plantes ligneuses, arbres et arbustes, sur de petites surfaces ou lorsque la densité des individus est faible. L'analyse statistique est alors simple et le changement dans la population, d'un inventaire à l'autre, est réel.

### 5.2.2. Quadrats

Un comptage exhaustif peut-être réalisé dans des parcelles-échantillons bien délimitées, dont la surface doit être comprise entre 25 et 100 m<sup>2</sup> pour des formations basses et 400 et 2500 m<sup>2</sup> pour des mesures en savane ou en forêt, dans lesquelles tous les individus sont recensés et mesurés. De façon à n'oublier aucun individu, un tel inventaire peut se faire à l'aide de plusieurs observateurs marchant le long de lignes parallèles et fournissant les informations à un collecteur de données. Une méthode simple, pour éviter un surcroît de personnel, consiste à marquer chaque arbre ou arbuste à l'aide d'un morceau de ruban plastique de couleur de façon à ne pas le compter deux fois.

Il est ensuite facile d'intégrer les données collectées dans un tableau pour en ressortir listes d'espèces, fréquences, contributions spécifiques et densités ou toute autre analyse sur les classes d'âge et de hauteur.

### 5.2.3. Transects

Dans le cas de la végétation ligneuse, les transects sont des lignes le long de laquelle des échantillons de végétation sont étudiés. Ils sont généralement utilisés pour estimer les changements de la végétation selon un gradient environnemental ou au travers de différents habitats.

Un transect à partir d'un village permettra d'estimer les changements dans la composition floristique et la structure des peuplements végétaux au fur et à mesure que l'on s'éloigne du village et d'estimer ainsi la pression de prélèvement de certains produits (bois par exemple).

A partir d'un point d'eau, il conduira à évaluer l'impact du pâturage (faune sauvage et/ou domestique) selon un gradient semblable depuis la mare jusqu'aux unités de végétation les plus éloignées et les moins fréquentées.

La végétation peut être étudiée le long du transect, dont la longueur sera définie en fonction du milieu, sur une bande de 10 m de largeur de chaque côté de l'axe du transect par exemple, dans laquelle tous les individus seront mesurés. Si le transect est très long, cette bande d'inventaire peut être divisée en sections (50 m x 20 m) distribuées le long du transect à intervalle régulier (250-500 m par exemple).

### 5.2.4. Méthodes des distances

La mesure de la distance entre individus permet de calculer la densité sans être obligé de travailler sur des échantillons délimités.

Quatre méthodes ont été définies, consistant à mesurer la distance d'un individu à un point pris au hasard ou à un autre individu et d'estimer la densité à partir de la distance moyenne mesurée. La méthode des quadrants centrés sur le point est celle qui donne les meilleurs résultats.

#### a. Méthode des quadrants centrés sur le point

Cette méthode est facile à mettre en œuvre sur le terrain. Des points d'échantillonnage au hasard ou espacés à intervalles réguliers sont matérialisés sur l'axe du transect et chacun des points va permettre de délimiter quatre quartiers.

Dans chaque quartier, l'individu qui est le plus proche du point et dont la taille est supérieure à 1 m est identifié par la distance qui le sépare du point, sa hauteur, son diamètre et le diamètre du houppier (Fig. 5).



Fig. 5. Schéma illustrant la méthode des quadrants centrés sur le point.

Par exemple, si 20 points d'échantillonnage ont été ainsi positionnés, ils ont permis de délimiter 80 quartiers. La distance moyenne  $d$  entre deux arbres est obtenue par :

$$d = \frac{\text{somme des 80 distances mesurées}}{80} \quad \text{d'où} \quad D = \frac{10\,000}{(d)^2}$$

Si la somme des distances mesurées est de 457,8 m, la distance moyenne  $d = \frac{457,8}{80} = 5,72$  m

D'où la densité des arbres par ha,  $D = \frac{10000}{(5,72)^2} = 305$  arbres/ha

## 6. Indices

Les données récoltées permettent de définir des indices de diversité dont le plus fréquemment utilisé est l'indice de Shannon qui associe richesse spécifique avec l'abondance relative des espèces. Il est calculé par la formule suivante :

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

$s$  = nombre d'espèces

$p_i$  = proportion d'individus ou abondance des espèces exprimée en proportion du couvert total

$\ln$  = log base  $e$  ( $\log_2$  ou  $\log_{10}$ )

La valeur de cet indice est généralement comprise en 1,5 et 3,5.

### III. ETUDES COMPLEMENTAIRES: ENQUETES

En complément des études techniques et scientifiques pour l'étude de la végétation et de la flore, des enquêtes sur l'utilisation des produits végétaux devraient être conduites sur le site du Projet, au niveau des villages et des marchés. Ces enquêtes apporteront à la fois des informations qualitatives sur les principales espèces employées et des données quantitatives sur le volume des produits prélevés.

L'aspect socio-économique, au travers de ces études, permettra d'aborder l'impact financier, en termes de revenus, de l'utilisation des produits végétaux. De telles études permettent ainsi de mettre en évidence le rôle des plantes dans le contexte traditionnel et culturel des communautés villageoises, par les différentes ethnies interrogées. Un lexique en langues vernaculaires complètera les informations récoltées.

#### 1. Produits ligneux

Pour les produits ligneux, les enquêtes devraient s'intéresser en particulier à l'utilisation du bois, sous la forme de bois d'œuvre, de service et de feu, qui représente les prélèvements les plus importants au niveau des peuplements naturels. Le résultat de ces enquêtes devra être mis en relation avec ceux des inventaires de la végétation et de la flore, au travers desquels il sera possible d'estimer le potentiel des formations végétales.

L'intérêt devra être porté également, même si ces produits apparaissent parfois comme secondaires, sur l'utilisation d'autres produits, comme certaines feuilles (palmier doum, rônier), lianes ou écorces, qui fournissent des fibres avec lesquelles sont tressées des cordes et des liens

#### 2. Produits non ligneux

Les plantes spontanées utilisées pour l'alimentation sous formes de fruits, légumes et boissons doivent également être répertoriées, en tant qu'espèces, et leurs utilisations quantifiées dans la mesure du possible.

La fabrication de teintures ou le fauchage des pailles pour les toitures ou le fourrage sont autant d'activités consommatrices de végétaux, parfois en grandes quantités.

#### 3. Plantes médicinales

La pharmacopée joue un rôle important dans la vie traditionnelle des populations car les pratiques médicales sont intimement liées à des rites religieux ou magiques qui conditionnent souvent le comportement social des individus. Bien qu'il ne soit pas toujours facile d'obtenir les données voulues dans ce domaine, un répertoire des principales plantes avec leurs utilisations constituera une base de données intéressantes pour le site du Projet.

Les enquêtes sur l'utilisation des végétaux, en relation avec les résultats des inventaires floristiques, faciliteront:

- ⇒ la définition des « espèces clés » et des indicateurs biologiques à considérer dans le cadre du suivi environnemental;

- ⇒ la définition du statut des espèces (abondantes, rares, menacées, etc.);

- ⇒ une estimation de la valeur des ressources aux niveaux familial, local ou même régional;

- ⇒ l'alimentation de la base de données et la réalisation de l'Atlas du Projet;

- ⇒ la négociation et la mise en œuvre, avec les populations locales, de micro-projets s'intégrant bien dans le système d'exploitation des terres ou cherchant à valoriser certains produits.

Le dernier point est important à considérer car de telles études souligneront la difficulté d'obtention de certaines plantes qui se raréfient, souvent par une surexploitation des espèces, avec une conséquence majeure dans l'effort à fournir par les villageois, en termes de temps et distance, pour se procurer ces produits.

**Des propositions de Termes de Référence (TdR) pour les études (inventaires) sur la végétation et la flore sont présentées en Annexe 3.**



## B. RECENSEMENTS FAUNIQUES

### I. MAMMIFERES

Les mammifères constituent un groupe très charismatique, surtout au travers des grands animaux et en particulier de l'éléphant, des grandes antilopes et des carnivores comme le lion ou le léopard. Les petits mammifères (rongeurs, insectivores, chiroptères), moins spectaculaires, souvent moins bien connus mais parfois représentés à forte densité, n'en jouent pas moins un rôle très important au sein des différents écosystèmes. Si certaines espèces sont facilement observables, d'autres sont plus discrètes ou à mœurs nocturnes et les méthodes d'inventaires devront donc être adaptées aux conditions de milieu et au comportement des animaux. De nombreuses méthodes ont été depuis longtemps testées sur le terrain pour estimer l'abondance et la distribution des espèces de grande ou moyenne taille comprenant celles basées sur:

⇒ des observations directes: comptages exhaustifs (grands mammifères et parfois chiroptères dans les grottes), comptages au travers d'échantillons (transects aériens ou terrestres) et reconnaissance individuelle (par la mise en évidence - dessins, photographies - des caractéristiques des individus);

⇒ des observations indirectes ou des indices: cris ou chants, la cartographie des territoires occupés (primates par exemple), la capture, le comptage des fèces et/ou des traces.

⇒ les résultats de prélèvements dans les populations animales par la chasse (méthodes de Leslie et Kelker).



### 1. Grands mammifères

Les grands mammifères sont souvent l'objet de priorités dans les programmes d'inventaires et de suivi environnemental car ils sont :

- charismatiques;
- généralement assez faciles à observer;
- l'objet, pour certaines espèces, d'un braconnage important;
- un bon indice des conditions de milieu d'une région donnée;
- la cause de la plupart des conflits (populations, agriculture, élevage) en bordure des aires protégées.

La situation du Tchad et les grands domaines biogéographiques qui le caractérisent permettent à une faune variée et encore riche de se maintenir. Le Tchad abrite 134 espèces de mammifères, sans aucun endémisme (WCMC, 1992), pour lesquels les informations sont localement relativement abondantes du fait de recensements périodiques qui permettent d'actualiser les données. C'est le cas par exemple dans le Parc national de Zakouma, qui abrite entre autres de belles populations de damalisques et d'éléphants, où un suivi des populations animales a été mis en œuvre depuis plusieurs années. Mais, à l'exception de certaines aires protégées, les connaissances sur la faune sauvage demeurent très insuffisantes, en particulier sur l'importance des populations et leur distribution.

A l'exception de la gazelle dorcas, encore représentée par de belles populations, la faune désertique du pays avec l'addax, l'oryx algazelle et la gazelle dama ne survit que par de petites populations isolées dans le nord du pays.

#### 1.1. Méthodes basées sur les observations directes

##### 1.1.1. Comptages terrestres

###### a. Dénombrement exhaustif

Pour que les résultats d'un comptage total soit fiable, il faut que tous les animaux présents dans une surface donnée (de préférence réduite) soit enregistrés avec précision et en une seule fois. Une telle méthode implique que tous les individus aient la même probabilité d'être détectés et que la population à étudier soit constante durant le dénombrement. Ces conditions, rarement réunies et auxquelles s'ajoute l'impossibilité du calcul d'un quelconque intervalle de confiance, ont conduit à la définition de méthodes d'échantillonnage mieux adaptées surtout dans le cas de grandes surfaces à inventorier.

Les dénombrements exhaustifs par avion (par balayage rectiligne ou en décrivant des cercles concentriques) sur de petites superficies sont soumis aux mêmes imprécisions.



#### b. Echantillonnage d'une surface

De nombreuses méthodes d'échantillonnage ont été employées dans le cas de dénombrements terrestres et aériens des grands mammifères (Bourlières, 1969; Van Lavieren, 1976; Lamprey, 1964; Caughley, 1977; Norton-Griffiths, 1978; Seber, 1982). Le dénombrement d'animaux à partir de transects réunit différentes méthodes (Eberhardt, 1978a.), qui ont été depuis constamment améliorées. Parmi les méthodes les plus courantes figurent:

- la méthode de la distance perpendiculaire moyenne;
- la méthode de Kelker qui utilise la distance orthogonale pour établir un histogramme à partir duquel la probabilité de détection des animaux chute;
- la méthode de King dans laquelle ce sont les moyennes des distances de visée qui sont utilisées;
- la méthode de Webb qui utilise la moyenne des angles de visée et la moyenne des distances de visée pour déterminer la distance moyenne perpendiculaire;
- la méthode de Hayne qui s'appuie sur le fait que la probabilité de détection dépend de la distance qui sépare l'animal de l'observateur et les distances de visée sont alors divisées en classes.

La détection des animaux peut être faite à l'intérieur de quadrats ou dans une bande de largeur prédéfinie (*strip-transects*) ou bandes de comptage qui correspondent à de longs quadrats) ou parfois variable compte tenu de la densité de la végétation.

#### ■ Quadrats

Les quadrats sont des unités de forme géométrique (carrés ou rectangles), sélectionnés au hasard sur une grille de la zone à inventorier. L'estimation de la densité correspond à:

$$D = \frac{n}{ma} \quad \text{avec } n \text{ le nombre d'individus observés, } m \text{ le nombre de quadrats et } a \text{ la surface d'un quadrat.}$$

Les blocs, contrairement aux quadrats, sont définis par des limites naturelles (rivières, montagnes, etc.).

#### ■ Bandes de comptage (*strip transects*)

Dans ce cas, L'estimation de la densité est ainsi définie par:

$$D = n/2Lw \quad \text{avec } n \text{ le nombre d'individus observés, } L \text{ la longueur du transect et } w \text{ la demi-largeur de la bande d'observation.}$$

L'estimation requiert deux hypothèses fortes à savoir que les itinéraires échantillons sont placés au hasard et que tous les animaux ne sont enregistrés qu'une seule fois dans la bande déterminée. La largeur de la bande d'observation dépend de la taille des animaux à recenser et du couvert végétal.

Lorsque la bande d'observation est variable (Lamprey, 1964), la largeur de la bande d'observation est définie par la moyenne des distances orthogonales maximales mesurées (définie par un profil de visibilité) qui correspondent aux distances maximales auxquelles un animal de taille déterminée est potentiellement visible dans une végétation hétérogène.

La méthode du *strip transect* est actuellement principalement utilisée dans le cadre de dénombrements aériens (voir 1.1.2).

#### c. Echantillonnage d'une ligne (*Line transect*)

La méthode des transects en ligne (*line transects*), dont les applications sont pourtant anciennes (Leopold, 1933), est actuellement largement utilisée pour l'estimation des densités d'animaux ou de populations d'animaux sauvages depuis la parution de la théorie complète de la méthode (Burnham *et al.*, 1980; Buckland *et al.*, 1993). Elle constitue une généralisation du principe de transect en bande, mieux adapté dans le cas de dénombrements aériens. La théorie du transect en ligne a été développée pour améliorer l'efficacité des comptages terrestres d'animaux sauvages en tenant de la mobilité des animaux, des conditions de milieu et de la variation de la densité de la végétation (Anderson *et al.* 1979; Gaillard *et al.* 1993). En plus des informations sur l'abondance de la faune, ces comptages permettent d'obtenir des données sur la distribution saisonnière des animaux dans différents types de végétation, le comportement et l'état sanitaire des animaux.

Contrairement aux méthodes précédentes, aucune largeur de bande n'est fixée à l'avance dans le principe du *line transect* qui est actuellement largement utilisé, du fait de son coût relativement peu élevé, que les inventaires soient faits en véhicule, à cheval, à pied ou à bicyclette.

La méthode consiste pour un observateur à évoluer sur une ligne de longueur déterminée de manière aléatoire, et noter les contacts avec les animaux en mesurant (ou estimant), avec le plus de précision possible:

- la distance qui le sépare de l'animal ( $d_2$ )
- l'angle ( $\theta$ ) entre la ligne de marche et la ligne imaginaire reliant l'observateur à l'animal
- la distance orthogonale  $d_1$  de l'animal à l'axe du transect (qui peut aussi être obtenue par déduction

puisque'il existe une relation trigonométrique entre les trois mesures :  $d_1 = d_2 \sin(\theta)$  (Fig. 6). La densité des espèces observées sera estimée à l'aide d'un estimateur défini comme suit:

$$D = \frac{n}{2Lw}$$

avec  $D$  = densité -  $n$ , le nombre d'observations (individus ou groupes rencontrés) -  $L$ , longueur du transect -  $w$ , la  $\frac{1}{2}$  largeur couverte par l'observateur.

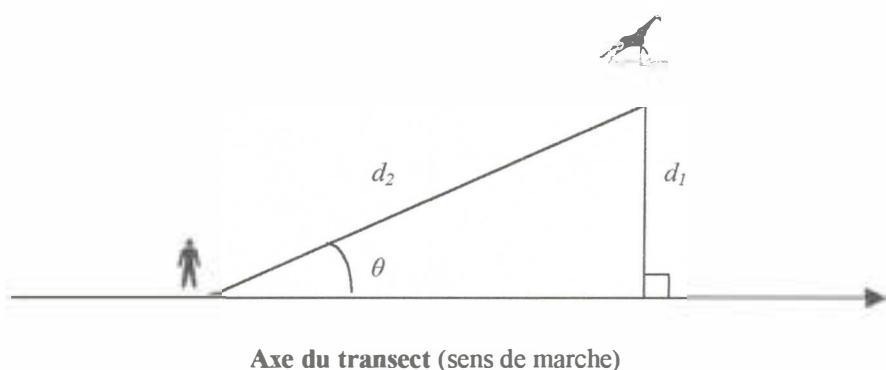


Fig. 6. Estimation de la distance orthogonale  $d_1$  du point d'observation (contact avec l'animal) à l'axe du transect: avec  $d_2$ , la distance de l'observateur à l'animal détecté et  $\theta$ , l'angle de visée.

L'estimation de la densité devra donc être faite en déterminant la largeur effective de la bande d'observation à partir de la distribution des distances orthogonales puis en utilisant l'équation précédente.

**Rem.:** L'estimation précise des distances orthogonales de l'observateur à l'animal est parfois difficile. Une méthode alternative, pour limiter les erreurs dans cette estimation, est de compter les animaux à l'intérieur de deux ou trois bandes de largeur fixe de façon à ce que chaque observation soit alors attribuée à une bande. Deux bandes représentent un minimum pour pouvoir estimer la densité des animaux et il est recommandé d'utiliser plusieurs bandes en faisant varier leur largeur de façon à ce que les bandes les plus proches de la ligne soient les plus étroites par exemple 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 m et au delà de 50 m.

Une hypothèse importante considère que seule une bande étroite de chaque côté de l'axe du transect est véritablement dénombrée et que, sauf très près de l'axe, il n'y a pas de certitude que tous les animaux soient détectés. La notion de fonction de détection est donc primordiale dans cette méthode: en effet, plus la distance orthogonale est importante, plus le nombre d'observations diminue (Hibert, 1998).

La fonction de détection peut être définie par la probabilité de détecter un animal sachant qu'il est à distance  $x$  du transect. Si l'on appelle  $A$  l'événement « détecter un objet » et  $B$  l'événement « l'objet est à distance  $x$  (comprise entre 0 et  $w$ ) » la fonction de détection  $g$  devient:  $g(x) = P(A/B)$ .

L'utilisation de la méthode du *line transect* fait intervenir plusieurs hypothèses fortes pour une estimation de la densité des animaux:

- les animaux sur la ligne sont toujours détectés;
- les animaux sont détectés dans leur position initiale, avant tout déplacement;
- l'observateur n'influe pas sur la position des animaux;
- les détections d'animaux sont des événements indépendants;
- aucun individu n'est échantillonné plus d'une fois;
- les distances et angles d'observation sont mesurés avec précision.

Dans le cas de groupes d'animaux, la distance mesurée et l'angle d'observation considéreront le centre géométrique du groupe.

La largeur effective couverte par l'observateur sera définie à partir de l'histogramme des distances perpendiculaires d'observation mesurées. Cette estimation peut être faite par des :

- méthodes paramétriques dont la plus simple consiste à prendre la moyenne arithmétique des distances orthogonales;
- méthodes « ad hoc » consistant à rechercher sur l'histogramme la distance à partir de laquelle le nombre d'observations chute brutalement;
- les méthodes non paramétriques, récentes, qui sont les plus robustes (séries de Fourier, modèle polynomial) (Michel, 1999).

Le logiciel DISTANCE a été spécialement mis au point pour le traitement des données collectées lors des dénombrements utilisant la méthode du *line transect* (Buckland *et al.*, 1993). Le programme permet aux chercheurs de se focaliser directement sur les résultats et leur interprétation tout en évitant les détails calculatoires. Il fournit plusieurs estimateurs de densité à partir des distances orthogonales ( $d_1$ ) ou des distances ( $d_2$ ) et des angles ( $\theta$ ) relevés lors de l'inventaire.

Il « produit » des courbes de détection pour chaque espèce recensée dans chaque unité d'échantillonnage et propose des modèles mathématiques permettant d'analyser les données récoltées ainsi que des techniques de simulation statistique par ordinateur, grâce auxquelles on peut étudier la conduite d'un modèle sous des conditions variables.

Trois modèles sont proposés, *Uniform*, *Half-Normal* et *Hazard Rate*. Le modèle *Uniform* est souvent utilisé par défaut car il est performant dans des situations très variées. Le choix d'un modèle dépend en fait de l'aspect de la courbe de distribution des données mettant en relation - nombre d'animaux observés et distances d'observation - (Fig. 7).

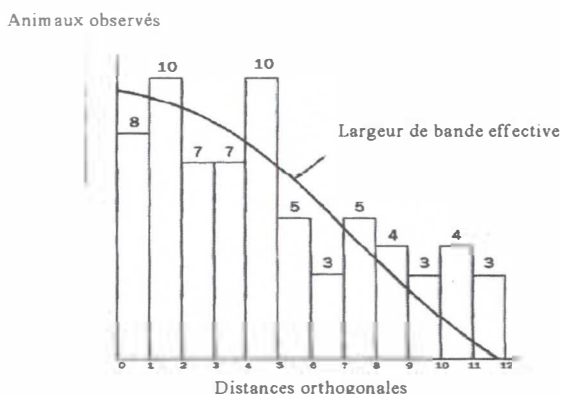


Fig. 7. Etablissement de la courbe de probabilité de détection permettant de définir la largeur de la bande effective.

Différentes méthodes mathématiques permettent de sélectionner le modèle qui correspond le mieux aux critères désirés (robustesse, forme de la courbe et efficacité). Plutôt que d'utiliser le modèle *Uniform* par défaut, chaque modèle peut être vérifié par le test du rapport des vraisemblances (*Likelihood ratio test*) ou par une méthode quantitative, le critère *Akaike's Information Criterion (AIC)*. Dans ce dernier cas, la stratégie est de définir le modèle qui a le plus petit *AIC* et qui donc, s'adapte le mieux aux données. De plus DISTANCE, au travers d'un test du  $\chi^2$ , permet de contrôler le bon choix du modèle.

De façon à pouvoir conduire une analyse fiable avec DISTANCE, un minimum de 60-80 observations est conseillé: dans certains cas 40 données peuvent être suffisantes. La fiche de relevé de données peut être conçue selon le modèle présenté par la figure 8. Des informations complémentaires concernant par exemple les habitats, la hauteur de la végétation peuvent être mentionnées également sur la fiche de relevé.

Une formation de quelques jours est suffisante, pour une personne ayant de bonnes connaissances en informatique et en statistiques, pour acquérir les bases de l'utilisation de ce logiciel, qui est également généralement utilisé pour analyser les données récoltées lors d'inventaires ornithologiques (voir II).

En plus des hypothèses préalablement définies, il importe de considérer avec rigueur la longueur et le positionnement des transects sur le terrain. Ils doivent être choisis au hasard ou de façon systématique de façon à constituer un échantillon représentatif de la zone à étudier.

Date:..... Site:..... Transect n°:.....  
 Conditions météo:..... Heure de départ :..... Heure d'arrivée:.....  
 Observateur:..... Direction du transect:.....

Espèce	Nombre d'individus	Age/sexe	Angle d'observation	Distance	Observations

Fig. 8. Exemple de fiche de relevé utilisée pour les recensements selon la méthode du *line transect* (d'après Wilson *et al.*, 1996).

#### d. Echantillonnage à partir d'un point fixe (*Point counts*)

Dans ce cas, au lieu d'utiliser des transects, les animaux sont comptés à partir d'un point fixe d'observation. La théorie de la méthode rejoint celle du *line transect*. La différence résulte dans le fait que la distance mesurée est, dans ce cas, de l'observateur à l'animal et que l'unité de comptage est le temps plus que la distance. Contrairement à la méthode du *line transect*, l'échantillonnage à partir d'un point fixe ne tient pas compte de la différence dans la probabilité de détection des animaux.

Cette méthode est plus simple à mettre en œuvre que celle du *line transect*, car il est plus facile de positionner des points au hasard plutôt que des transects, et est généralement plus utilisée pour les inventaires ornithologiques que pour les grands mammifères (voir II).

Comme pour la méthode du *line transect* il est recommandé d'estimer la distance de l'observateur à chaque animal détecté. Cette estimation doit être la plus précise possible car la surface de la zone inventoriée est dans ce cas proportionnelle au carré de la distance mesurée.

Rem.: Il est également possible, plutôt que d'estimer la distance réelle entre l'animal et l'observateur, de définir différentes bandes (rayons) au sein desquelles seront enregistrées les informations.

La méthode es points fixes peut-être mise en œuvre, de façon différente, en choisissant le point d'observation pour compter les animaux dans des situations particulières: points d'eau en fin de saison sèche, couloirs de transhumance et bains détiqueurs (pour les animaux domestiques par exemple). Dans un tel cas, il est possible d'estimer l'effectif d'une population animale tout en collectant des informations sur sa démographie et le comportement des animaux.

#### e. Méthode utilisant des indicateurs biologiques

##### ■ Indice kilométrique (IK)

Une méthode facile à mettre en œuvre et donnant de bons résultats sur les tendances évolutives des populations animales est la méthode de l'indice kilométrique (IK). L'indice kilométrique correspond au rapport du nombre d'individus observés sur le nombre de kilomètres parcourus à pied, à bicyclette, à cheval ou en véhicule. Cette méthode ne permet pas d'obtenir une estimation de la densité des populations animales mais fournit des informations sur l'évolution de ces populations dans l'espace et le temps à partir du moment où les recensements sont effectués à intervalles réguliers, annuellement par exemple.

Cette méthode consiste à parcourir des pistes dont la longueur est connue et à noter toutes les observations faites sur les animaux. Les données obtenues permettent de calculer des indices qui peuvent être, par exemple:

IK total d'abondance 
$$\frac{\text{nombre total d'observations}}{\text{longueur du circuit}}$$

IK du nombre d'espèces 
$$\frac{\text{nombre d'espèces}}{\text{longueur du circuit}}$$

IK espèces 
$$\frac{\text{nombre d'observations par espèce}}{\text{longueur du circuit}}$$

Les informations recueillies lors du recensement permettent de travailler également sur les indices « Taille des groupes » et « Indice de reproduction » présentés ci-dessous.



#### Taille des groupes

Elle correspond à la taille moyenne des groupes observés au travers de la médiane. La disponibilité des ressources alimentaires et en eau influent sur la sociabilité de certaines espèces et donc sur les effectifs.

#### Indice de reproduction

L'indice de reproduction peut être défini comme le nombre de jeunes observés par femelles (Boutin *et al.*, 1987). Comme pour la taille des groupes, les ressources alimentaires conditionnent le taux de fécondité des espèces.

En complément, un indice de consommation ou *indice de pression floristique* (Guibert, 1997) permet de mettre en évidence l'évolution de la pression de pâturage sur le site étudié et constitue un moyen de déterminer la capacité de charge du milieu.

Maillard *et al.* (2001), après des inventaires conduits dans le Parc national de Zakouma au Tchad, ont montré que:

- la direction (sens de marche) n'influe pas sur les résultats de l'IK;
- le choix du circuit est important: la distribution spatiale des animaux et celle des points d'eau influent sur les résultats de l'IK, comme sur l'indice de reproduction;
- qu'un plus grand nombre d'animaux était observé en fin d'après-midi (tranche crépusculaire entre 16h00 et 18h00) plutôt que le matin (entre 06h00 et 08h00).

Pour obtenir de bons résultats avec cette méthode il importe de couvrir, si cela est possible, toute la zone à étudier et tous les types de végétation existants. Pour une bonne comparaison des résultats d'une année sur l'autre, les recensements doivent être effectués à la même saison avec un nombre suffisant de répétition sur chaque circuit. Des circuits en boucle (pour des raisons d'économie en temps et carburant), de 30-35 km de longueur, parcourus en véhicule à une vitesse de 15km/heure, constituent une bonne base pour réaliser un inventaire avec cette méthode. Il est souhaitable que le temps de parcours n'excède pas 02h30 pour éviter une diminution de l'attention des observateurs.

#### 1.1.2. Comptages aériens

Les comptages aériens, à l'aide d'un avion à ailes hautes type Cessna 182, représentent la méthode la plus utilisée pour le dénombrement des grands mammifères sur de grandes superficies sans les zones de savane. La méthode consiste à survoler la zone à étudier à une altitude de 100 m (300 pieds) et une vitesse de 110-190 km/h, en suivant des transects prédéfinis et parallèles, et compter tous les animaux compris dans une bande d'observation d'une largeur variant de 100 à 500 m (compte tenu du couvert végétal), mais généralement de 350 m (175 m de chaque côté de l'axe du transect) et correspond donc à un *strip transect* (Pennycuik, 1969; Norton-Griffiths, 1978) (Fig. 9).

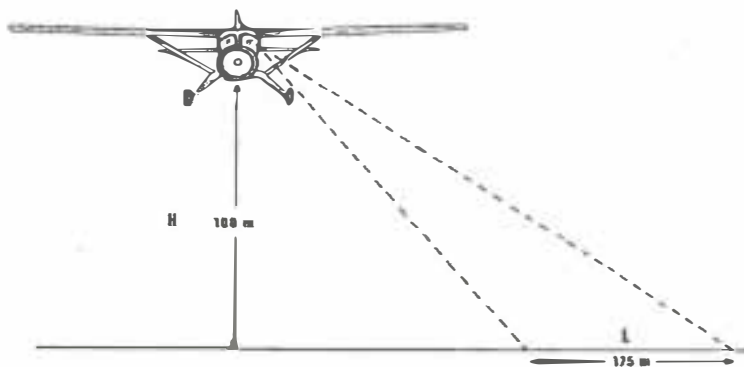


Fig. 9. Caractéristiques des paramètres de vol lors d'un recensement aérien

La largeur de la bande d'observation est déterminée par la pose de cannes métalliques ou en bois (ou d'autres systèmes bien visibles comme des entonnoirs renversés maintenus par des rubans par exemple) sur les haubans de l'avion et parallèle au fuselage. Connaissant la hauteur des yeux de l'observateur  $h$  par rapport au sol, la hauteur de vol  $H$ , la largeur de la bande d'observation  $L$ , il est possible de calculer la valeur  $l$  par la formule suivante :  $l = L \times h/H$  (Fig. 10).



La grandeur  $l$  connue et l'avion placé sur un sol plat, il est facile de positionner les deux cannes sur le hauban de façon à ce que les points  $a'$ ,  $a$  et  $a''$  soient alignés et que les points  $b'$ ,  $b$  et  $b''$  le soient également. Les points  $a'$  et  $b'$  sont matérialisés par deux morceaux de ruban adhésif de couleur collés sur la fenêtre de l'avion (Fig. 10).

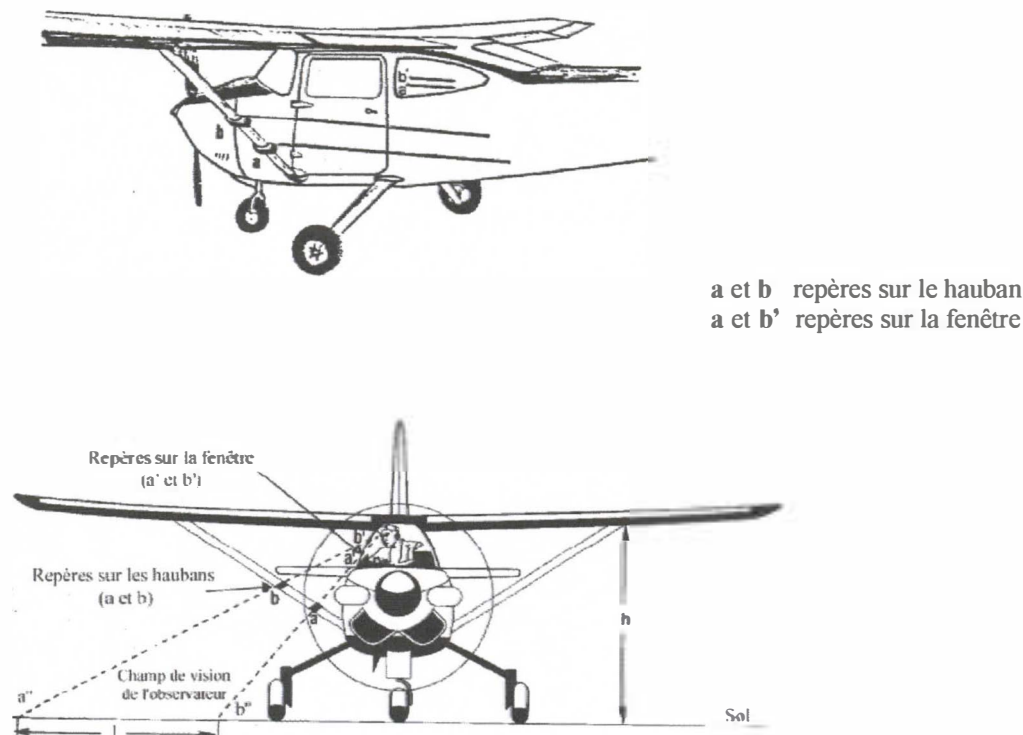


Fig. 10. Méthode permettant de positionner les repères sur les haubans (a et b) et la fenêtre arrière (a' et b') de l'avion.

L'effort d'échantillonnage doit être défini en fonction de la surface de la zone à étudier et de la répartition des animaux. Par exemple, dans le Parc national de Zakouma, l'effort d'échantillonnage pour les recensements effectués au cours de la saison sèche 2002, est plus important dans la partie est du fait d'une concentration plus forte de la faune. L'intervalle entre les transects a ainsi varié de 1,5 à 6 km.

L'équipe de comptage doit être composée de 4 personnes:

- le pilote qui doit suivre l'axe des transects en se référant à un GPS;
- deux observateurs à l'arrière, qui dénombrent les animaux de chaque côté de l'axe de vol. Les troupeaux importants d'animaux peuvent être photographiés pour faciliter leur dénombrement par la suite;
- un « co-pilote » chargé d'enregistrer le temps de vol pour chaque transect, les informations relevées par les observateurs en notant les points GPS pour chaque observation;

Il est possible, au cours d'un survol, de collecter diverses informations concernant la faune comme le nombre de carcasses d'éléphants vues par exemple, la végétation en précisant l'habitat correspondant à chaque observation d'espèces, la présence d'eau ou le passage des feux de brousse.

Un support cartographique au 1/100 000<sup>ème</sup> ou 1/50 000<sup>ème</sup> est indispensable pour un tel recensement. La zone a survolé peut être quadrillée, en fonction de l'intervalle choisi pour définir les transects, et chaque carré devient alors une unité d'interprétation. Une bonne préparation du survol est un gage de réussite et doit s'attacher à:

- la formation des observateurs;
- la réalisation du plan de vol: étude des cartes, position des transects (points GPS) en tenant compte de points de repères faciles à retrouver et des vents dominants.

Le recensement doit être effectué de préférence le matin (06h00-10H00) ou en fin d'après-midi en tenant compte de la direction de vol pour éviter les inconvénients du lever et du coucher du soleil.

Il est utile de lier les informations collectées lors des survols à la carte de la végétation de la zone inventoriée, ce qui permet au travers d'un SIG d'avoir une répartition des animaux par habitat et par saison.

Les comptages aériens sont rapides, permettent de couvrir des superficies importantes et d'éviter les contraintes d'accès au milieu.

Les sources d'erreurs sont cependant nombreuses sur la mesure de la surface étudiée (variations dans l'altitude de vol), dans les comptages (densité du couvert végétal, animaux non détectés, fatigue des observateurs) et conduisent souvent à une sous-estimation des populations animales, sauf pour les espèces très visibles en milieu ouvert (Watson & Tippet, 1975). L'optimisation de conditions de survol et une formation rigoureuse des enquêteurs permettent de limiter ces erreurs.

## 1.2. Méthodes basées sur des observations indirectes: indices de présence

Une alternative au comptage direct des animaux est possible si une relation entre le nombre d'animaux et certains *signes* peut être démontrée (Fuvel, 1998).

Ces *signes* peuvent être des traces, crottes, nids, tanières et représentent donc des indices de présence qui peuvent devenir des indices d'abondance lorsque le nombre de signes est lié au facteur temps ou au facteur l'espace. Dans le cas des grands mammifères, les traces et les crottes sont des indices souvent utilisés pour estimer l'abondance de certaines espèces (Eberhardt, 1978a). Cette méthode est employée quand les observations directes sont rendues difficiles par le couvert de la végétation ou par une densité faible d'animaux.

Un des problèmes principaux concernant les méthodes utilisant les indices réside dans le nombre d'échantillons à déterminer qui doit être judicieusement choisi.

### 1.2.1 Indice basé sur les traces (empreintes)

Le relevé des empreintes est généralement effectué sur les pistes dont le revêtement en permet une bonne lecture ou dans le lit sableux des rivières au cours de la saison sèche.

Il est possible d'estimer la visibilité des traces, au niveau des transects retenus pour un tel inventaire, en définissant le pourcentage de la surface du transect (piste) permettant une bonne visibilité des empreintes. Par exemple, à intervalle régulier le long du transect, la visibilité des traces peut-être estimée sur une bande de 50 cm de large en travers du transect (Bourgarel, 1997).

Un barème permet ensuite d'estimer la surface moyenne en % permettant la visibilité des traces pour chaque transect parcouru:

100 % de visibilité de traces lorsque la piste est meuble, sans végétation et que les empreintes sont distinctes;

75 % de visibilité lorsque le 1/4 de la largeur de la piste est recouverte de végétation ou ne permet pas de laisser des empreintes distinctes;

50 % de visibilité quand la 1/2 de la largeur de la piste est recouverte de végétation ou ne permet pas de laisser des empreintes distinctes;

25 % de visibilité quand les 3/4 de la largeur de la piste sont recouverts de végétation ou ne permettent pas de laisser des empreintes distinctes;

0 % de visibilité quand la totalité de la piste ne permet pas de laisser des empreintes visibles ou est recouverte de végétation.

Il est ainsi possible de calculer différents indices :

- un premier indice d'abondance à partir des traces est le nombre d'individus d'une espèce par km de transect;
- un second indice, identique au premier, mais corrigé par la surface permettant la visibilité des traces;
- un troisième indice correspond au nombre d'individus de chaque espèce par km et par unité de végétation (bordant le transect).

Une répétition des comptages peut être effectuée sur les pistes après ratissage de celles-ci pour effacer les traces relevées.

### 1.2.2. Indice basé sur les crottes

Le relevé des crottes peut être réalisé le long de transects ou au travers d'un dispositif de placettes, en prenant la précaution d'éliminer les crottes comptées après le passage de l'observateur et de répéter l'inventaire avant que les nouvelles crottes ne soient décomposées (pluie, insectes).

Le comptage des crottes conduit à une bonne estimation de la densité relative des espèces à condition que:

- la zone à étudier soit au préalable bien définie;
- la taille des placettes soit correctement définie;
- la saison d'étude soit judicieusement choisie (temps de décomposition des crottes);
- l'état des crottes soit acceptable pour une identification certaine des espèces.

#### *Exemple*

Au cours de la saison sèche, 30 transects de 1 km de long et 3 m de large, soit 0,09 km<sup>2</sup> sont nettoyés de toutes crottes de l'espèce A. Après un mois, un inventaire sur ces transects permet d'observer 300 défécations de l'espèce A. Sachant que l'espèce A a un taux de défécation de 15 crottes par jour en saison sèche, la densité de l'espèce A est obtenue par:

$$D = \frac{3333 \text{ crottes/km}^2/\text{month}}{450 \text{ crottes/mois}} = 7,4 \text{ individus /km}^2$$

Rem.: les crottes ne doivent pas être dégradées ou détruites dans cet intervalle de 1 mois.

L'abondance des espèces à partir des transects et de l'étude des crottes, peut être ainsi obtenue en utilisant le logiciel DISTANCE. Les données nécessaires pour une telle estimation sont la densité des crottes, le taux de production des crottes (par jour) et le taux de décomposition des crottes. Le protocole est assez lourd, demande du temps et semble difficilement envisageable dans le cadre du Projet.



## **2. Petits mammifères**

### **2.1. Connaissances actuelles sur les petits mammifères du Tchad**

Il est actuellement difficile de dresser une liste complète des petits mammifères du Tchad, par manque d'informations. En comparaison avec la faune du Cameroun (Vivien, 1991) et du Niger, on peut estimer que le pays abrite entre 30 et 40 espèces avec, pour la zone du Projet, une forte représentation de la famille des Muridae (genres *Acomys* et *Mastomys* par exemple) puis des Sciuridae, Cricetidae et Soricidae (MNHN, 2000).

Les données sur les chiroptères (Chauves-souris), qui constituent un groupe difficile à étudier, sont également insuffisantes et seule une vingtaine d'espèces sont connues, principalement dans les familles des Vespertilionidae, Molossidae, Nyctiridae, Pteropidae et Emballonuridae.

### **2.2. Rongeurs et insectivores**

Les inventaires des petits mammifères fait souvent partie des études sur la biodiversité d'un site ou d'une région. Ils sont souvent abondants et spécifiques de certains habitats, représentent de bons indicateurs écologiques et les populations peuvent varier considérablement d'une année sur l'autre. De plus, leur capture est relativement facile et leur manipulation sans danger. La plupart des études conduites sur les rongeurs et insectivores concernent les zones tempérées et les populations des régions tropicales sont mal connues, voire parfois totalement inconnues. La précision de la taxonomie est très variable d'un groupe à l'autre, par manque d'informations.

Une étude sur les petits mammifères, en complément de la richesse spécifique, l'abondance des espèces et les relations espèces/habitats fournira également des données sur l'état des animaux au moment de la capture (gestation, allaitement, etc....) et leur régime alimentaire. Pour certaines espèces présentant un intérêt particulier, un inventaire par la méthode des captures-recaptures pourrait être envisagé afin:

- d'estimer la densité des populations et le domaine vital des diverses espèces (radio tracking);
- d'estimer les variations au sein des populations;
- de mener des études parasitologiques;
- d'appréhender l'impact des changements dans la gestion de l'occupation des sols par exemple.

Des études plus complexes en morphoanatomie, morphométrie, cytotaxonomie ou en biologie moléculaire peuvent être également conduites à partir de tels inventaires.

### 2.2.1. Captures

Les populations de petits mammifères non volants (Rongeurs, insectivores) sont le plus facilement estimées par des méthodes qui permettent de capturer les animaux.

D'autres méthodes sont parfois utilisées dans le cas où aucun dispositif de capture ne peut être mis en place. Ce sont par exemple l'analyse des pelotes de régurgitation des rapaces ou des excréments de carnivores, l'examen des traces ou des poils ou le comptage des crottes.

Des informations sur le comportement des espèces sont souvent très utiles pour mettre en place un dispositif de capture. La plupart des rongeurs ne se déplacent pas au hasard et utilisent des abris naturels (végétation, souches, arbres tombés, rochers, etc.) pour se mouvoir plutôt que de traverser des espaces dégagés. La configuration du terrain, la végétation et les espèces potentiellement présentes dans la zone à étudier sont donc autant de facteurs à prendre en considération pour installer le dispositif de capture et de piégeage.

Plusieurs types de pièges sont utilisés pour capturer les petits rongeurs (< 50 g) en vue de les relâcher par la suite (Types Sherman, Longworth, Allcock, Tomahawk, BTS). Les pièges Sherman de 50 x 62 x 165 mm et 76 x 89 x 229 mm sont parmi les plus utilisés et présentent l'avantage de pouvoir se plier pour une manipulation plus facile. Ces pièges, généralement métalliques ou composés de grillage et d'un socle en bois, peuvent être fabriqués sur place pour diminuer le coût de l'inventaire. La taille des animaux capturés est en relation avec celle des pièges qui seront de plus grande taille pour une étude sur les petits carnivores par exemple.

Il existe deux méthodes principales pour disposer les pièges dans le site à inventorier: en suivant une grille de positionnement ou selon des lignes standardisées.

Le nombre de pièges à disposer sur le terrain est difficile à estimer mais 200 à 300 pièges apparaît un maximum si l'on tient compte qu'ils doivent être contrôlés au moins une fois par jour.

Les pièges doivent être placés à intervalles réguliers de 10-15 m sur des transects de 150 m de longueur. *L'effort de piégeage* correspond au produit du nombre de pièges utilisés par le temps pendant lequel les pièges sont suivis. Le nombre de pièges multiplié par le nombre de jours de capture fournit le nombre de *nuits-pièges*. Un minimum de 500 nuits-pièges est nécessaire pour réaliser un inventaire préliminaire dans un habitat particulier.

La plupart des espèces sont nocturnes ou crépusculaires et les pièges sont de préférence contrôlés tôt le matin. Les pièges pourvus de nourriture (servant en même temps d'appât) et protégés des intempéries et des prédateurs peuvent être fonctionnels pendant 2-3 jours. Les appâts sont généralement constitués de farine d'avoine, de beurre d'arachide, d'eau et d'huile mélangés à du gâteau auxquels il est possible d'ajouter des fruits. Pour les insectivores (et les petits carnivores), des appâts à base de viande ou de poisson sont fréquemment employés.

D'autres types de pièges (*Pitfall traps*) sont également employés pour capturer de plus petits animaux ne pesant pas plus de 10 g (Fig. 11). Ils se présentent sous la forme d'un container, de 40-50 cm de hauteur et 20-40 cm de diamètre, enterré de façon à ce que l'ouverture soit juste au niveau de la surface du sol.

Une meilleure efficacité du dispositif est obtenue si les animaux sont guidés vers les pièges par la mise en place de haies ou clôtures artificielles qu'ils sont obligés de suivre lorsqu'ils se déplacent dans le milieu. Ces pièges doivent être relevés au moins deux fois par jour pour éviter que les animaux pris ne meurent de faim ou ne soient dévorés par des prédateurs.



Fig. 11. Piège utilisé pour la capture des petits mammifères (< 10 g) (d'après Jones *et al.*, 1996).



### 2. 3. Chiroptères (Chauves-souris)

Les chiroptères, ou chauve-souris, constituent l'un des groupes les plus diversifiés parmi les mammifères et peuvent être rencontrés dans tous les continents, exceptés en Antarctique (Barlow, 1999). Ils comprennent les mégachiroptères, pour la plupart frugivores, et les micro-chiroptères qui sont généralement insectivores.



Ces animaux, qui se comportent comme de grands pollinisateurs et disséminateurs de graines, représentent des « espèces clés » pour la reproduction et la régénération de nombreuses espèces végétales. Ce sont d'excellents indicateurs de changements environnementaux et certaines populations sont actuellement en déclin du fait de la modification ou la destruction de leurs habitats (forêts denses par exemple).

L'étude des chauves-souris par observation directe est complexe car elles sont principalement actives au crépuscule et la nuit. Dans la plupart des cas, un protocole de capture doit être mis en place pour une bonne identification des espèces, et définir la composition des communautés.

Avant d'entreprendre un tel inventaire, les observateurs doivent avoir des connaissances de base sur les habitats utilisés par les animaux, les activités alimentaires nocturnes, les mouvements saisonniers et l'impact de certains facteurs naturels (topographie, température, humidité) sur les populations. Les chauves-souris peuvent être recensées par :

- ⇒ observation directe (pouvant être complétée par des photographies) dans les lieux de repos où se réunissent les animaux en grandes colonies (arbres, grottes, caves);

- ⇒ observation directe lorsque les animaux quittent les reposoirs à la tombée de la nuit et que leurs silhouettes se détachent nettement dans le ciel;

- ⇒ des méthodes de comptages indirectes utilisant des détecteurs ultrasoniques pour les micro-chiroptères dont les espèces sont alors identifiées lorsqu'elles émettent leurs cris;

- ⇒ des captures au moyen de filets très fins (en nylon et polyester) ou de pièges (*Harp trap*).

### 2.3.1. Observations dans les reposoirs

La plupart des espèces de chauves-souris sont grégaires et forment des colonies importantes dans des reposoirs constitués par des grottes, caves, arbres creux ou bâtiments.

Elles peuvent être recensées lorsqu'elles quittent leur lieu de repos, sans causer de perturbations dans les colonies d'animaux, ou dans les reposoirs avec le risque de causer un stress dans les populations.

#### a. Recensements à la sortie des reposoirs

Généralement, les animaux quittent les lieux de repos au crépuscule par quelques ouvertures qu'il est facile d'identifier. Il importe de compter les animaux qui quittent le reposoir et ceux qui y retournent. La distinction entre espèces est alors possible par leur taille et leur comportement de vol. Il est ainsi possible de compter des colonies de plusieurs milliers d'individus.

Les très grandes colonies peuvent être comptées d'après des photographies.

#### b. Recensements dans les reposoirs

Les chauves-souris sont également comptées dans les reposoirs en utilisant une lumière de faible intensité pour minimiser le dérangement dans les colonies. Le comptage peut être fait au niveau individuel ou par échantillon rapporté à la surface étudiée dans le cas de grands rassemblements d'animaux.

Cette méthode est utilisée pour compter les mégachiroptères qui séjournent dans la cime des arbres et qui sont souvent facilement observables durant la journée (Mutere, 1980; Nicoll & Racey, 1981). L'estimation de la population est alors obtenue en prenant le nombre d'animaux dans un « arbre moyen » multiplié par le nombre d'arbres occupés par la colonie.

L'estimation de la population de telles colonies peut aussi être obtenue en dérangeant les animaux qui sont alors photographiés en vol de loin avec un grand angle: le comptage se fait ensuite sur les photographies. Elle doit tenir compte du nombre d'animaux comptés, de la surface de la zone inventoriée et du type d'habitat dans lequel l'étude a été conduite. D'autres facteurs, comme le moment de la journée et la période de l'année sont également à prendre en considération du fait de l'utilisation saisonnière de certains reposoirs.

### 2.3.2. Captures

Les captures sont parfois nécessaires pour une bonne connaissance des espèces qui habitent une zone donnée. Les animaux peuvent être capturés sur leur site d'alimentation, dans les reposoirs ou à la sortie de ces derniers.

#### a. Capture au filet

Les microchiroptères sont capturés au moyen de filets en nylon ou polyester très fins, de 6m, 9m, 12m ou 18 m de long, avec une maille de 36 mm. Des filets plus résistants sont utilisés pour les mégachiroptères. La réussite de la capture dépend beaucoup:

- du positionnement des filets sur le terrain qui sont placés en travers de chemins, de rivières, de mares ou dans des clairières (Fig. 12). Ils peuvent aussi être pendus dans les arbres.



- de la végétation aux alentours des filets;
- des conditions météorologiques.

Il est recommandé de déplacer les filets chaque nuit car les chauves-souris éviteront souvent les pièges lors d'une deuxième nuit de capture au même endroit. Le nombre d'individus capturés, pour une espèce donnée, est exprimé par le nombre de chauves-souris par heure de piégeage, en tenant compte de la longueur des filets utilisés.

Par exemple, la capture de 100 individus à l'aide de deux filets de 12 m de long sur une période de 12 heures aura pour résultat 4,17 animaux/12 m de filet/heure. Une telle méthode permet de comparer l'effort de capture lors d'études différentes et dans différents sites.

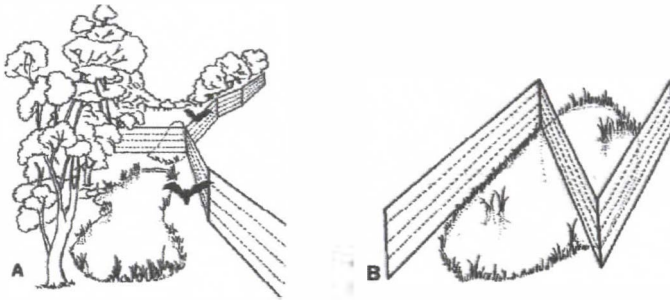


Fig. 12. Exemple de dispositifs utilisant des filets pour la capture des chauves-souris près de points d'eau (d'après Wilson et al., 1996).

#### b. Capture aux pièges (*Harp trap*)

Ces pièges sont constitués d'un cadre en aluminium supportant deux couches de fils verticaux très tendus et au bas duquel est fixé un sac dans lequel tombent les animaux qui heurtent l'écran de fils. Un tel piège est particulièrement efficace s'il est placé à l'entrée des reposoirs ou le long de couloirs empruntés par les animaux.

#### c. Capture au filet à main

Cette méthode est utilisée dans les reposoirs ou à lorsque les animaux les quittent par des sorties étroites. Elle permet une identification facile des espèces capturées et le marquage d'individus dans le cadre d'un protocole de capture-recapture.

Les différentes méthodes de capture des chiroptères demandent des compétences particulières et un équipement assez sophistiqué, qui ne peut être obtenu qu'auprès d'institutions agréées. Une telle étude ne peut-être menée sans l'obtention de licences auprès des autorités compétentes et le concours d'un spécialiste qui se chargera de l'organisation du travail de terrain.

De plus, un certain nombre de problèmes sanitaires sont liés à l'étude des chiroptères: observateurs exposés à certains gaz dans les caves ou grottes, à certains parasites, à l'urine des animaux et à la rage (Kunz, 1988).



## II. OISEAUX

Les oiseaux ont un attrait certain pour le public, particulièrement en milieu tropical, par leurs plumages colorés ou leurs chants et sont, pour la plupart, assez aisément identifiables. Ils représentent le groupe animal le plus utilisé pour le suivi environnemental, devant les grands mammifères (Elzinga Caryl *et al.*, 2001). La bibliographie concernant l'avifaune est très riche, sous forme d'ouvrages scientifiques ou de guides de terrain. Elle est complétée par la production de supports acoustiques (cassettes ou CD) qui facilitent la reconnaissance des espèces et permettent la réalisation d'inventaires dans les milieux fermés où l'observation des oiseaux est difficile, par l'utilisation des chants et des cris.

Les oiseaux sont de bons indicateurs pour évaluer les changements écologiques et environnementaux, en particulier au niveau local, dus aux modifications des habitats ou à la mise en œuvre des plans d'aménagement des terres. Les d'inventaires ornithologiques sont de plus en plus utilisés dans les études d'impact environnemental (EIE), pour évaluer le succès ou l'échec des programmes de conservation dans les aires protégées et la présence d'espèces rares ou présentant un intérêt particulier peut conduire à la révision de certaines composantes de projets de développement. (Colin *et al.*, 2000).

Bien qu'ils constituent l'un des groupes les mieux connus du monde animal, des études complémentaires sur leur distribution, leur biologie et les relations qui les lient à certains habitats, ou même à la structure de leurs habitats (strates en forêt par exemple), sont indispensables pour une meilleure connaissance de la biodiversité et de sa conservation.

## 1. Connaissances actuelles sur les oiseaux du Tchad

L'avifaune du Tchad compte environ 577 espèces sur les 1285 décrites pour l'Afrique de l'Ouest (étendue au Tchad, à la République centrafricaine, à la République Populaire du Congo et au Gabon). Elle est relativement bien connue et une documentation importante est disponible, en particulier au travers de l'ouvrage de Borrow & Ron Demey (2000), qui procure les informations indispensables pour une bonne connaissance des oiseaux de l'Afrique de l'Ouest et centrale. De plus, la récente production de CD rassemblant les chants de 1466 espèces pour l'Afrique du Nord, l'Afrique de l'Ouest et l'Afrique centrale (Chapuis, 2001) procure un outil précieux pour l'identification des espèces.

La figure 13 présente la distribution des oiseaux présents au Tchad, classés schématiquement en deux grands groupes - résidents et migrateurs -. Un troisième groupe rassemble les espèces potentiellement présentes au Tchad, existantes dans les pays voisins dans des écosystèmes semblables à ceux du Tchad, pour lesquelles des informations complémentaires sont nécessaires. Le site du Projet abrite approximativement 340 espèces d'oiseaux dont 44 % de résidents et 14 % de migrateurs.

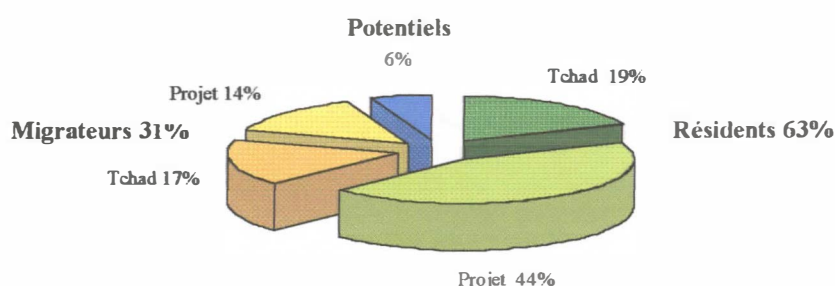


Fig. 13. Proportion des oiseaux résidents et migrateurs sur le site du Projet (340 espèces) par rapport à l'avifaune du Tchad (577 espèces).

## 2. Méthodologies

Quelle que soit la méthode choisie, les activités de terrain doivent tenir compte de:

- la saison;
- des conditions météorologiques;
- de l'identification des espèces;
- de l'estimation des distances d'observation, qui nécessiteront la formation des observateurs, dans le cas où les méthodes d'analyse feront appel à des logiciels comme DISTANCE (§ 1.1.1., c).

Les deux derniers points sont importants car ils sont la cause de biais importants au niveau des résultats, surtout si plusieurs observateurs sont utilisés pour la collecte des informations.

### 2.1. Saison

Certaines populations d'oiseaux, et leur distribution, vont varier en fonction des saisons, compte tenu de l'importance des ressources alimentaires et des périodes de reproduction. Un inventaire en saison sèche et un second en saison des pluies sont donc souhaitables pour définir les espèces résidentes, les espèces principalement résidentes mais partiellement migratrices, les espèces migratrices non reproductrices et les espèces migratrices reproductrices présentes sur les différents sites d'études du Projet.

La saison et les conditions météorologiques importent également dans le fait que les déplacements sur une litière de feuilles sèches, au cours de la saison sèche par exemple, sont bruyants et peuvent gêner une bonne observation des oiseaux en influençant les distances de fuite.

## 2.2. Conditions météorologiques

Il est recommandé de ne pas réaliser les inventaires lorsque les conditions météorologiques ne sont pas favorables, à savoir par temps nuageux, pluvieux ou dans le cas de vent violent. Il faut également éviter les moments de la journée où les températures sont les plus élevées.

En effet, d'une part les activités des oiseaux sont en général réduites sous de telles conditions et, d'autre part, l'attention des observateurs risque d'être atténuée si le travail est trop contraignant.

Les comptages sont généralement réalisés tôt le matin et en fin d'après-midi, lorsque les oiseaux sont les plus actifs et plus bruyants.

## 2.3. Identification des espèces

Tout inventaire faunique demande une bonne connaissance des espèces à étudier, en particulier pour les oiseaux dont la diversité est généralement élevée. La formation des observateurs par des spécialistes, l'utilisation des guides illustrés de terrain et l'emploi de cassettes ou CD pour la reconnaissance des chants constituent des bases solides pour permettre une collecte de données fiable. Lors du recrutement du personnel local, en tant qu'« observateur », il est utile de sélectionner les personnes qui s'intéressent aux oiseaux, les connaissent déjà et savent les identifier également par leurs chants.

Une détermination rigoureuse des espèces, et si possible des sexes, évite des biais importants dans l'estimation des densités et de la diversité spécifique.

## 2.4. Méthodes d'inventaire

De nombreuses méthodes sont actuellement utilisées pour inventorier et suivre les populations d'oiseaux, aussi bien terrestres que marins. Les recensements peuvent être réalisés au travers de comptages des colonies de nids (oiseaux marins, hérons), des rassemblements d'oiseaux pouvant comprendre plusieurs milliers d'individus, des migrations, de la cartographie des territoires au moment des périodes de reproduction, d'inventaires le long de transects ou à partir de points fixes, de captures ou d'analyse des chants.

Trois méthodes peuvent être retenues dans le cadre du Projet: l'établissement de listes d'espèces (plusieurs méthodes) pour estimer la richesse et la diversité spécifique, la méthode des transects (*Line transect*) et la méthode des points fixes (*Points count*), utilisant le logiciel DISTANCE, pour les estimations de densité.

### 2.4.1 Richesse et diversité spécifiques d'un site

L'importance d'un site en terme de « conservation » peut être évaluée au travers de la diversité des espèces présentes.

Les inventaires permettent également de récolter des données de base sur la distribution des espèces « clés », la richesse de sites et des habitats et la comparaison entre différentes zones. La méthode la plus simple pour décrire l'avifaune d'un lieu donné est d'établir une liste des espèces présentes sur ce site.

Une telle liste, qui doit être la plus exhaustive possible, permet de décrire la diversité spécifique de la zone étudiée tout en mettant en évidence la présence ou l'absence d'espèces rares. Les listes sont établies par une répétition des observations et l'abondance relative d'une espèce est donnée par la fréquence de cette espèce au travers des différentes listes. Cette méthode, très pragmatique, permet de dresser facilement des listes d'espèces présentes dans un site donné dans lequel tous les habitats doivent être prospectés. L'effort investi pour établir une liste peut se mesurer en temps ou par la longueur des listes (nombre d'espèces).

Les listes d'espèces peuvent varier en fonction du temps consacré à la collecte des informations, la qualité des observateurs et la variété des habitats traversés.

#### a. Courbes de détection d'espèces

Le temps passé pour réaliser une liste d'espèces est en général un facteur important car le nombre de nouvelles espèces enregistrées sur un site diminue lorsque le temps passé pour l'étude augmente. Le « taux » de détection des espèces, lors du travail de terrain, peut être obtenu en divisant l'effort total d'inventaire sur un site donné en unités standards puis en enregistrant toutes les espèces observées pendant chaque unité. L'effort d'inventaire est fonction du temps consacré à l'inventaire et du nombre d'observateurs et il est ainsi possible d'établir une courbe par heure ou jour d'observateur par exemple.

Le cumul des espèces enregistrées par unité de temps produit une courbe qui atteint un plateau quand l'observation de nouvelles espèces commence à diminuer (Fig. 14).

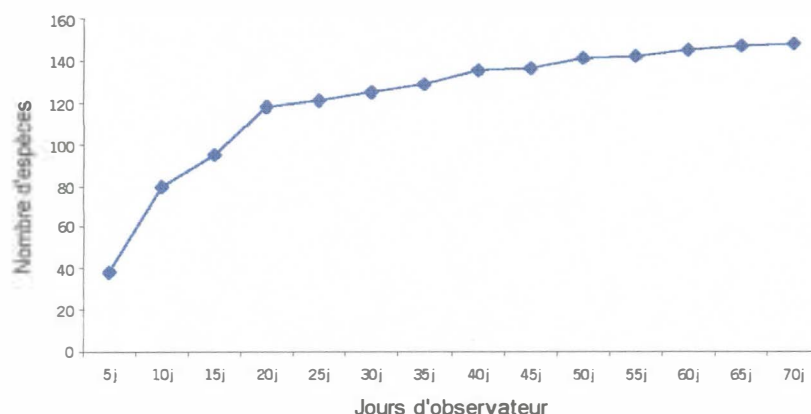


Fig. 14. Exemple de courbe montrant le cumul des espèces enregistrées sur une période de 70 j.

Une telle courbe peut constituer un excellent indicateur du temps à passer sur un site pour enregistrer le maximum d'espèces présentes. La figure 14 montre ainsi que la totalité des espèces présentes sur le site a été obtenue après environ 60 j d'observation. Ces courbes peuvent être utilisées pour comparer la richesse spécifique de différents sites à condition que l'effort d'inventaire (temps) soit le même.

#### b. Taux de rencontre

La collecte des données - espèces, nombre d'espèces, temps passé, nombre d'observateurs - permet de calculer un indice « taux de rencontre » par espèces en divisant le nombre d'individus par le temps passé (heures par exemple). Des informations complémentaires peuvent aussi être obtenues en calculant des indices pour les habitats majeurs d'un site donné comme, par exemple, une forêt primaire et une forêt soumise à exploitation.

Les données obtenues permettent également de classer les espèces selon une échelle d'abondance - abondante, commune, fréquente, peu commune, rare - et donc de comparer l'évolution globale de l'abondance des espèces d'un inventaire à l'autre dans un site donné (Tableau 2).

Abondance (nombre d'individus) / 100 heures)	Score d'abondance	Echelle
<0,1	1	Rare
0,1 - 2	2	Peu commune
2 - 10	3	Fréquente
10,1 - 40	4	Commune
>40	5	Abondante

Tableau 2. Indices permettant de classer globalement l'abondance des espèces (d'après Colin & al., 1998).

#### c. Méthode des listes de Mackinnon

Cette méthode donne également la possibilité de construire de courbes de détection d'espèces et de définir un indice d'abondance relative. Dans ce cas, l'observateur peut évoluer sur un site et prendre le temps nécessaire pour enregistrer un nombre d'espèces fixé au départ (entre 8 et 20).

Lorsqu'une première liste de 20 espèces par exemple a été réalisée, les espèces n'étant nommées qu'une seule fois, l'observateur répète son inventaire pour dresser une nouvelle liste de 20 espèces, qui peut comprendre des espèces déjà notées dans la première. Cet exercice est renouvelé de façon à établir entre 10 et 15 listes sur le site à étudier.

Une courbe de détection d'espèces peut ainsi être dessinée en remplaçant l'effort d'inventaire « temps » par le nombre de listes opposé au cumul du nombre d'espèces (Fig. 15).



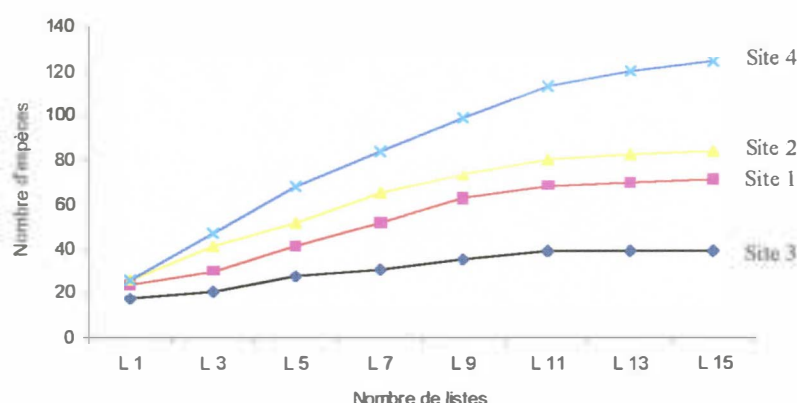


Fig. 15. Exemple de courbes de détection d'espèces pour quatre sites différents.

#### d. Timed species-counts (TSCs)

Cette méthode, mise au point par Pomeroy et Tengecho (1986), permet de comparer l'avifaune (abondance relative) de plusieurs sites en réalisant des inventaires au sein d'échantillons caractéristiques des habitats représentés dans les sites. La méthode est basée sur l'hypothèse que les espèces communes sont rapidement identifiées alors que la détection des oiseaux plus rares demandent plus de temps.

Les observations sont inscrites dans un tableau à 6 colonnes, correspondant chacune d'elles à un intervalle de 10 minutes formant au total une heure d'inventaire.

L'observateur, en se déplaçant lentement (1-2 km/h) sur le site à inventorier, note dans la colonne 1, les espèces observées (en indiquant simplement le nom de l'espèce, sans tenir compte du nombre d'individus) pendant les premières 10 minutes.

Au cours des 10 minutes suivantes, il note dans la colonne 2 les nouvelles espèces rencontrées. Il continue ainsi pendant une heure: chaque espèce n'est donc mentionnée qu'une seule fois.

L'analyse des données, obtenues selon le TSCs, est résumée dans l'exemple présenté dans le tableau 3, où quatre inventaires d'une heure sont regroupés. Chaque espèce observée reçoit un score dépendant de l'intervalle de temps (10') dans lequel elle a été observée. Les espèces rencontrées la première fois dans la première tranche de 10' sont notées 6, dans la deuxième tranche 5, et ainsi de suite si bien que les espèces qui n'ont été observées que dans les dernières 10' ne sont notées que 1.

Espèces	N° inventaires				Score total	Score moyen	Rang de l'espèce
	1	2	3	4			
Bulbul commun	6	6	6	6	24	6	1
Loriot doré	6	6	5	5	22	5,5	2
Drongo brillant	6	5	5	5	21	5,25	3
Guêpier nain	6	3	3	6	18	4,5	5
Tchagra à tête noire	5	0	2	3	10	2,5	9
Tourterelle du Cap	5	4	4	4	17	4,25	6
Tisserin à tête rousse	5	4	4	2	15	3,75	7
Coucou de Klaas	4	2	2	0	8	2	10
Barbican de Vieillot	3	0	0	3	3	0,75	11
Pic goertan	2	5	6	6	19	4,75	4
Moucherolle du Paradis	2	4	4	1	11	2,75	8
Soui-manga à longue queue	1	2	0	1	4	1	12

Tableau 3. Analyse des données obtenues après la réalisation de quatre inventaires selon le TSCs.

#### 2.4.2. Estimation de la densité: méthode des transects et méthode des points fixes

L'estimation de la densité relative des espèces permet de comparer l'évolution de la population d'une espèce dans le temps au sein d'un même habitat ou d'effectuer cette comparaison entre des habitats semblables dans deux sites différents. L'estimation de la densité absolue permet d'obtenir la taille de la population des espèces dans une zone déterminée.



Deux méthodes permettent d'estimer la densité des espèces, la méthode des points fixes (*Point counts*) et celle des transects (*Line transect*) dont l'analyse des données est réalisée avec le logiciel DISTANCE.

La première méthode est principalement utilisée dans les habitats fermés et forestiers où l'observation des oiseaux, difficile, est surtout basée sur les chants.

a. Méthode des transects (*Line transects*) (voir B, § 1.1.1, c.)

La méthode des transects permet:

- de couvrir rapidement une grande surface de terrain;
- d'éviter la double observation des mêmes oiseaux;
- d'inventorier des oiseaux plus mobiles;
- d'éviter de grosses erreurs dans l'estimation des distances d'observation.

La longueur totale du transect à mettre en place dépend du temps nécessaire pour inventorier un échantillon représentatif et du nombre d'habitats à parcourir.

Une longueur minimum de 10 km est recommandée, pouvant être divisée en plusieurs tronçons en fonction des conditions de milieu. De façon à faciliter la progression des observateurs sur les transects (à environ 2km/h), il est utile de les baliser à intervalles réguliers (50 ou 100 m par des marques à la peinture par exemple) ce qui permet de plus de noter des informations sur les habitats lors des observations d'oiseaux.

Les observateurs doivent évoluer de façon régulière tout au long du transect, en observant à droite et à gauche de l'axe pour localiser les oiseaux. La distance perpendiculaire du point ou un oiseau a été observé à l'axe de marche doit être évaluée, soit directement si les observateurs ont une bonne pratique, soit en estimant la distance séparant l'observateur de l'oiseau et l'angle formé par le point de visée et l'axe du transect.

La position initiale des oiseaux qui s'envolent à l'approche des observateurs doit être repérée de façon à pouvoir estimer les distances  $d_1$  ou  $d_2$  (voir Fig. 6). Les oiseaux volant dont le point de départ n'a pu être observé ne doivent pas être retenus dans les observations car il est impossible d'être sûr qu'ils appartiennent à la population de la zone étudiée.

L'estimation des distances et le nombre d'oiseaux à chaque observation sont les informations indispensables à relever mais, si cela est possible, d'autres données peuvent être collectées comme le sexe, le type de contact (visuel ou par le chant), l'heure de l'observation, la strate dans laquelle les oiseaux sont observés. Les figures 16 et 17 présentent un modèle de fiche de relevé pour la méthode des transects.

Figure 16

Date: 14.11.02 Obs.: JJ et MB		Conditions météo: ensoleillé	Heure dép.: 06h50	Heure arr.: 10h30	
N° transect	Habitat	Espèce	Nombre	Dist. perpend. (m)	
1	Savane boisée	TTN	1	15	
1	Savane boisée	TC	1	28	
1	Savane boisée	ME	1	10	
1	Savane arborée	BC	5	20	
1	Savane boisée	CK	1	30	

Figure 17

Date: 14.11.02 Obs.: JJ et MB		Conditions météo: ensoleillé	Heure dép.: 06h50	Heure arr.: 10h30		
N° transect	Habitat	Espèce	Nombre	Angle	Distance (m)	Hauteur (m)
1	Savane boisée	TTN	1	45	25	2
1	Savane boisée	TC	1	70	38	8
1	Savane boisée	ME	1	50	40	5
1	Savane arborée	BC	5	30	20	8
1	Savane boisée	CK	1	35	25	8

Fig. 16 et 17. Exemples de fiches de relevés à utiliser dans le cadre de la méthode des transects

- TTN, Tchagra à tête noire; TC, Tourterelle du Cap; ME, Mésange à épaulettes; BC, Bagadais casqué; CK, Coucou de Klaas -.

b. Méthode des points fixes (*Point counts*)

Cette méthode est de préférence utilisée dans le cas où les oiseaux sont moins facilement observables car moins mobiles, comme dans les habitats forestiers par exemple, et lors de la période de reproduction où les espèces sont alors facilement identifiables par leurs chants.

Dans ce cas, l'observateur ne se déplace pas et collecte les informations (visuelles ou auditives) à partir d'une station fixe durant une période déterminée. Cette méthode permet généralement de travailler dans un plus grand nombre d'habitats et doit être préférée si l'objectif de l'inventaire est de corrélérer densité d'oiseaux et habitats.

De même que pour les transects, il est préférable de positionner les stations au hasard dans les habitats à étudier ou selon une stratification au hasard permettant de mieux couvrir la zone à inventorier, tout en évitant que les stations soient trop proches les unes des autres. Une telle distribution des stations peut occasionner des contraintes logistiques au niveau du terrain, par le seul fait de leur accessibilité. Pour remédier à ce problème, il est possible de les positionner de part et d'autre d'une route ou d'une piste (au moins à 50 m) comme le suggère Jones *et al.* (1995).

Les stations doivent être espacées les unes des autres d'au moins 400 m pour éviter les double comptages.

Un *minimum de 50 stations* est nécessaire pour inventorier les espèces les plus communes dans un habitat déterminé: le nombre de stations doit être augmenté pour les espèces rares.

Le but d'un tel exercice est d'obtenir un « état des lieux » précis de tous les oiseaux présents sur la station au moment de l'inventaire. Le temps d'observation à chaque point est difficile à définir. Il doit être suffisamment long pour détecter le maximum d'espèces mais ne doit pas être trop important pour éviter le risque d'un double comptage pour certaines espèces. En général, la période d'observation se situe entre *3 et 10 minutes*: elle peut être subdivisée en période de 2 minutes par exemple.

De même que pour la méthode du *line transect* l'estimation précise des distances entre ce point de station et les oiseaux observés est également un facteur important dans cette méthode. Si la limite de l'échantillon peut être représentée par un rayon fixe ou par plusieurs rayons successifs (correspondant aux bandes de la méthode des transects), il est recommandé pour obtenir de meilleurs résultats de mesurer la distance pour chaque observation. L'habitat doit être décrit à chaque station.

### c. Autres méthodes

#### Réponse aux appels (*Playback counts*)

Pour les espèces difficiles à observer, secrètes ou habitant des milieux très fermés, il est possible de les appeler à l'aide d'un magnétophone qui diffuse leurs chants. Cette méthode peut également être utilisée dans le cadre d'un inventaire sur transect.

#### Captures aux filets

Comme pour les chiroptères, les oiseaux peuvent être capturés à l'aide de filets très fins. Un tel inventaire doit répondre à certaines conditions pour que les résultats soient fiables comme la délimitation précise des sites, le choix des types de filets, le choix de la longueur des filets, le choix de la période de temps de capture.

Les opérations de capture sont en général réalisées dans le cadre d'un inventaire écologique à long-terme. Elles permettent une identification facile des espèces, surtout des espèces difficiles à observer, de savoir si les oiseaux sont en période de reproduction et de pouvoir suivre certains individus qui ont été marqués. Mais elles demandent beaucoup de temps et une bonne formation des observateurs. Bien que la méthode permette d'obtenir rapidement des indices d'abondance dans certains sites particuliers (principalement en forêt) et de mener des études sur la diversité spécifique, elle est rarement utilisée pour des inventaires sur le court-terme.

#### Cas particulier des oiseaux d'eau

Le dénombrement des oiseaux d'eau doit tenir compte, dans le choix de la méthode, du comportement des espèces. Par exemples, les canards sont grégaires et demeurent la journée sur les plans d'eau, ouverts ou des berges peu profondes alors les hérons garde-bœuf rejoignent régulièrement leur lieu de repos au crépuscule. Il est donc possible, dans certains cas, de prévoir la distribution ou le déplacement des animaux et donc d'adapter les méthodes de comptage les plus appropriées.

Les effectifs des oiseaux d'eau peuvent être définis avec précision ou simplement estimés. Les comptages individuels et donc précis pourront se faire lorsque :

- le site n'est pas trop étendu;
- les oiseaux ne sont pas trop nombreux (< 3000);
- les mouvements des oiseaux sont limités;
- les oiseaux sont dispersés sur une zone ouverte (lieu de nourrissage);
- il y a peu de perturbations au niveau du site (prédateurs par exemple).

Le dénombrement est alors effectué par observation rapprochée à la jumelle ou au télescope de façon à compter individuellement tous les oiseaux (Fig. 17 a), ou compter les groupes d'oiseaux par multiples de 2 (2, 4, 6, 8,...) ou de 3 (3, 6, 9, 12,...) (Fig. 17 b).

Si un groupe d'oiseaux est subdivisé en sous-groupes, il est alors préférable de compter chaque sous-groupe individuellement et de faire la somme de chaque sous-groupe pour en obtenir le total (Fig. 16 c).



Fig. 17. Méthode de dénombrements individuels à l'aide de jumelles ou d'un télescope (d'après Skinner *et al.*, 1994).

Dans les autres cas, le dénombrement conduit à une estimation des effectifs par la méthode « en bloc » qui permet d'apprécier l'importance de groupes d'oiseaux en vol ou de rassemblements denses sur un site de perchage par exemple.

En règle générale, et selon la taille des groupes, le bloc doit être supérieur à 1% et < 10 % de l'ensemble (Skinner *et al.*, 1994).

Dans la fig. 18 a et b, le cercle grisé correspond au nombre des oiseaux comptés avec précision alors que les cercles blancs sont une projection de l'image du cercle grisé permettant d'estimer l'effectif du groupe.

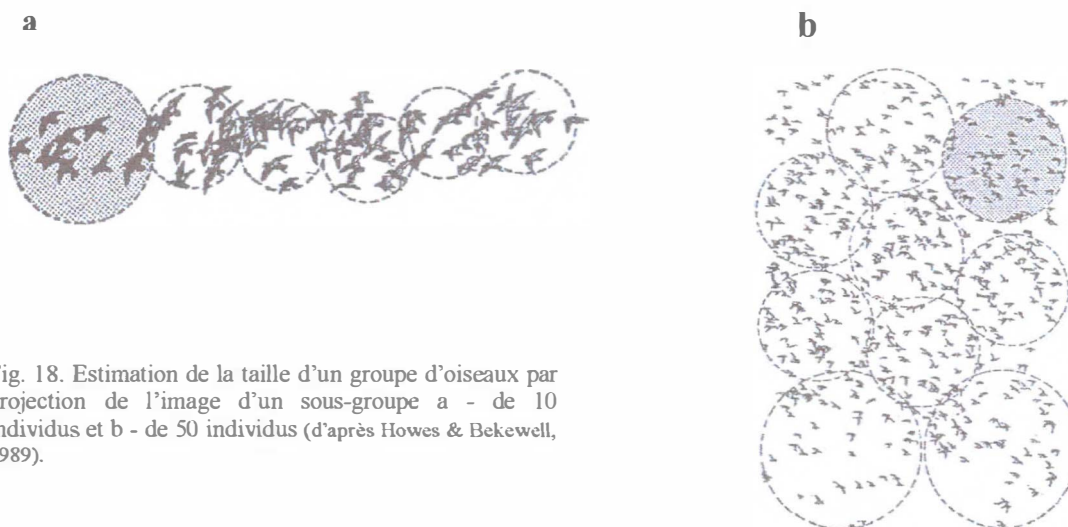


Fig. 18. Estimation de la taille d'un groupe d'oiseaux par projection de l'image d'un sous-groupe a - de 10 individus et b - de 50 individus (d'après Howes & Bekewell, 1989).



### III. AMPHIBIENS

L'étude des amphibiens est de plus en plus intégrée dans les programmes de suivi écologique, d'une part parce que certaines populations représentent une biomasse importante dans certains écosystèmes et d'autre part parce que ces animaux « répondent » très bien aux changements environnementaux (Elzinga *et al.*, 2001). En effet, les amphibiens possèdent un épiderme perméable qui accentue leur sensibilité à l'eau, au sol et à la qualité de l'air. Les œufs et les larves (têtards) sont également de bons indicateurs pour évaluer les variations de la composition chimique de l'eau, en particulier dans le cas d'emploi d'insecticides.

Les recherches sur les amphibiens, un groupe souvent mal connu, présentent de nombreux autres avantages:

- certaines espèces entrant dans l'alimentation humaine peuvent faire l'objet d'élevages;
- d'autres sont employées dans les laboratoires pour élaborer des modèles permettant de mieux comprendre des processus biochimiques importants;
- les toxines présentes dans la peau des amphibiens ainsi que la production d'antibiotiques par les animaux leur permettent de se défendre contre les prédateurs et les infections dues à certaines bactéries ou certains champignons. Des recherches concernant ces substances ont permis d'élaborer un antibiotique efficace contre *Staphylococcus aureus* qui, de plus, peut combattre certains virus difficiles à éliminer avec d'autres antibiotiques;
- la plupart des espèces, « consommateurs primaires » aux stades larvaires et jeunes deviennent des prédateurs (gros têtards et adultes) et détruisent une grande quantité d'insectes et d'autres invertébrés.
- les grenouilles et crapauds sont les proies de nombreux prédateurs (oiseaux, serpents, crocodiles, mammifères) et jouent donc un rôle important dans la chaîne alimentaire au sein des écosystèmes.

## 1. Connaissances actuelles sur les amphibiens du Tchad

Si de nombreuses observations existent pour le Cameroun, le Nigeria, la République centrafricaine et le Soudan, aucune recherche récente n'a été conduite au Tchad et il apparaît que 54 % des espèces présentes dans ces différents pays existent certainement dans les savanes du Sud-Est du Tchad (Fig. 19).

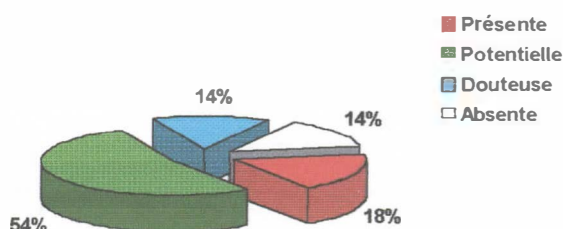


Fig. 19. Présence effective et potentielle des espèces de grenouilles et crapauds dans le Sud-est du Tchad, pour 49 espèces répertoriées dans les savanes d'Afrique de l'Ouest et centrale.

En effet, d'après la bibliographie concernant les savanes d'Afrique de l'Ouest et centrale, 49 espèces d'amphibiens, grenouilles et crapauds, ont été recensées depuis le Sénégal jusqu'au Tchad (Rödel, 2001). Certaines d'entre elles débordent largement cette zone déjà vaste et se retrouvent en Afrique de l'Est ou australe. Aucune information n'est mentionnée pour le Tchad par le World Conservation Monitoring Center (1992), aussi bien pour les amphibiens que pour les reptiles.

## 2. Méthodes

L'estimation des populations d'amphibiens est difficile à obtenir, du fait du mode de vie de ces animaux, qui vivent le plus souvent cachés, dans des habitats difficilement accessibles et qui ont souvent des mœurs nocturnes. Dans le Sud-Est du Tchad, les savanes, les forêts galeries et galeries forestières, les rivières (berges et lit) constituent les trois grands types d'habitats occupés par les amphibiens. Au sein de ces habitats les animaux, du fait de leur biologie et physiologie, vont privilégier des milieux bien particuliers comme les mares, les rochers ou les termitières. A cette distribution spatiale s'ajoute une répartition dans le temps des populations correspondant aux périodes de reproduction.

La plupart des espèces sont plus faciles à inventorier lors de leur cycle de reproduction bien qu'il puisse s'effectuer sur des périodes courtes, parfois imprévisibles.

A ce moment, les animaux ont tendance à se regrouper sur des sites particuliers, comme les mares par exemple, et la capture des adultes, l'observation des œufs et les larves (têtards) en sont facilitées. De nombreuses méthodes sont utilisées pour recenser les amphibiens et certaines sont semblables à celles utilisées pour les oiseaux.

La plupart des protocoles et des études, s'ils sont peu coûteux, sont par contre « consommateurs de temps ».

### 2.1. Clôture et pots

Cette méthode est employée pour capturer les espèces qui se déplacent périodiquement pour rejoindre des mares où elles se reproduisent et/ou pondent leurs œufs. Elle permet de:

- identifier les espèces présentes sur les sites et estimer leur abondance;
- capturer une grande quantité d'animaux;



- d'estimer la taille des populations des espèces par une liaison avec la méthode des captures-recaptures, après marquage de certains animaux;
- obtenir des informations sur des populations locales: directions de migration des animaux, sexe, âge, variations dans la taille et le poids des animaux au cours de la migration et pendant la reproduction;
- mesurer la variation individuelle au cours de plusieurs migrations, si le dispositif est tenu en place pendant plusieurs années.

Le dispositif consiste en une clôture longue de 5-15 m, de 35-40 cm de hauteur, bien fixée dans le sol, réalisée avec de la toile plastique, du tissu ou tout autre matériau, disposée en direction d'un point (Fig. 20 a) d'eau ou tout autour d'un site de reproduction (Fig. 20 b). Les amphibiens ne doivent pas avoir la possibilité de grimper et passer par-dessus la clôture. Elle doit être installée le plus près possible de l'eau en tenant compte du niveau maximum de remplissage des mares pour éviter sa submersion.

Des trous sont ensuite creusés dans le sol le long de la clôture, sur ses faces externes et internes, à intervalles de 3-5 m, dans lesquels sont placés des récipients en plastique ou métal qui seront autant de pièges pour les animaux (Fig. 20 a et b).

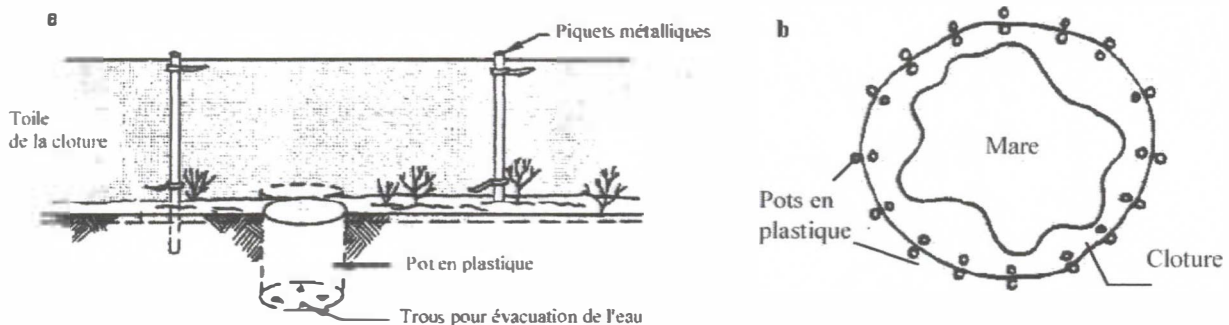


Fig. 20. Dispositif à mettre en place pour la capture de batraciens a - sur les chemins qui les conduisent vers les points d'eau ou b - autour des sites de reproduction (d'après Sutherland, 2000).

Les pièges doivent être relevés assez fréquemment, au moins une fois par jour (mais si possible deux fois), le matin et le soir, pour éviter la prédation sur les animaux capturés par les musaraignes, serpents, coléoptères, araignées et la mort des amphibiens (par déshydratation) lorsque de tels pièges sont installés en saison sèche.

Le dispositif à mettre en place est long, relativement coûteux, demande du personnel et un effort important de surveillance. Il est particulièrement bien adapté pour un suivi de populations locales d'amphibiens.

## 2.2. Transects

Cette méthode consiste à marcher le long d'un transect matérialisé sur le terrain, long de 100 m à 1 km et large de 2 m, et de collecter les informations relatives aux amphibiens. Une attention particulière doit être portée aux changements dans la densité de la végétation qui influent sur la densité des animaux. L'observateur peut également, de part et d'autre du transect, soulever pierres, écorces ou tout autre débris et abris à la recherche de grenouilles ou crapauds.

Cette méthode, dans laquelle le transect est l'unité d'échantillonnage, permet de comparer les résultats obtenus - abondance relative et composition en espèces - d'une ligne à l'autre.

Le nombre d'animaux détectés, par unité de temps, ne permet pas d'estimer la taille des populations à moins que cette méthode ne soit combinée à celle des captures-recaptures. Par contre la méthode des transects est intéressante par le fait qu'elle associe abondance des espèces et types d'habitat.

La méthode des transects est très efficace pour étudier les espèces actives alors que celle des quadrats sera préférable pour des espèces qui ont tendance à se cacher davantage.



### 2.3. Quadrats

La méthode des quadrats conduit aux mêmes résultats que celle des transects. Des quadrats de 8 m x 8 m, disposés au hasard ou de façon systématique et constituant une unité d'échantillonnage, sont généralement utilisés pour estimer l'abondance de toutes les espèces présentes sur le site retenu (Tableau 4). Le nombre de quadrats à inventorier varie de 50 (minimum) à 100 (Heyer *et al.*, 1994).

Lorsque les quadrats sont délimités sur le terrain, l'observateur doit chercher avec précaution les animaux pouvant être à l'abri de la litière, des débris végétaux et des pierres. L'inventaire doit se faire du périmètre du quadrat vers l'intérieur, en notant les espèces découvertes au fur et à mesure. Pour repérer les animaux qui pourraient quitter le quadrat, la litière doit être retirée sur une largeur de 30 cm à l'extérieur du périmètre du quadrat. A la fin de l'inventaire, la litière doit être éparpillée sur l'ensemble du quadrat de façon à reconstituer autant que possible le milieu d'origine.

Numéro du quadrat	Nombre d'individus par espèce					
	Espèce 1	Espèce 2	Espèce 3	Espèce 4	Espèce 5	Espèce 6
2	1	0	0	5	4	3
5	1	0	0	2	10	6
11	0	0	0	0	0	12
15	1	1	0	3	11	23
19	2	2	0	2	7	4
22	1	0	1	0	6	11
24	0	0	0	1	9	14
32	10	1	0	4	3	6
35	0	7	1	4	13	11
37	1	1	1	0	3	9
Total	17	12	3	21	66	99
Moyenne	1,7	1,2	0,3	2,1	6,6	9,9
Fréquence (%)	5,3	3,8	0,9	6,6	20,8	31,1

Richesse spécifique = 6 espèces

n = 10 quadrats

Tableau 4. Exemple d'analyse de données après un inventaire dans 10 quadrats.

Dans le cas d'un programme de suivi, il est préférable de considérer des plots permanents dans lesquels sont distribués des abris artificiels qui seront contrôlés lors de chaque inventaire. En effet, la méthode des quadrats conduit à modifier la structure de la litière et à perturber l'environnement des animaux.

Ces abris peuvent être des briques ou des planches permettant le maintien d'humidité pour les amphibiens et être disposés au hasard ou systématiquement à l'intérieur de la parcelle et contrôlés à intervalles réguliers, par exemple toutes les deux semaines.

Chaque abri devient une unité d'échantillonnage. Il est aussi possible de grouper ces abris par exemple par cinq, espacés de 10 m sur le terrain, pour former une unité d'échantillonnage plus importante. Les individus détectés sous chaque abri sont ensuite additionnés au niveau de l'unité d'échantillonnage.

La méthode des quadrats est peu coûteuse et demande un investissement en personnel moyen. Elle est souvent utilisée pour l'étude des espèces forestières.

### 2.4. Inventaire d'après les cris (Chants)

De la même façon que pour les oiseaux, il est possible de réaliser un inventaire des amphibiens par leurs cris, à partir de points fixes, de préférence durant la nuit. L'observateur, en position à un point fixe, collecte les informations pendant un temps prédéterminé (par exemple trois minutes) séparé par un intervalle d'une minute de l'enregistrement de nouvelles informations.

L'échantillon inventorié est alors représenté par les points fixes (chaque point étant une unité d'échantillonnage) dans une même station. Il peut aussi correspondre à plusieurs points fixes (au moins 10) dans un site donné ou par un transect traversant une importante zone humide ou plusieurs petites zones humides en prenant en considération que les points d'écoute soient suffisamment espacés pour éviter les doubles enregistrements de chants. Les grosses grenouilles peuvent en effet être entendus à une distance de 500 m. Une attention particulière, lors de la préparation des activités de terrain, devra être portée aux espèces dont les chants sont discrets et à celles dont le chant peut être limité à une courte période.

Cette méthode permet de déterminer le nombre d'espèces enregistrées, quantifier l'activité vocale de certaines espèces par unité de temps, ou de quantifier l'activité des mâles à la période de production.

## 2.5. Transects de nuit

Le recensement des amphibiens peut également être effectué de nuit en parcourant des tronçons de route bien déterminés proches des sites de reproduction des animaux. La méthode consiste en roulant doucement sur la route ou la piste, à noter tous les individus observés, à l'aide d'un spot. Les données permettent d'avoir une bonne idée de la richesse spécifique d'un site donné et faire des comparaisons par espèce ou par habitat par exemple. Les données peuvent ainsi être analysées en fonction du facteur « temps » (comptage par heure, par nuit, etc.) ou du facteur « distance » (la route pouvant être divisée en plusieurs tronçons).



## IV. REPTILES

De même que pour les amphibiens, les reptiles sont de bons indicateurs pour évaluer les changements qui se manifestent dans les écosystèmes qui les abritent, aussi bien terrestres qu'aquatiques. Un suivi des populations permettra de mettre en évidence l'impact de la pression sur les populations par l'homme qui les élimine souvent à des fins alimentaires (tortues) ou parce qu'ils sont considérés comme dangereux (serpents), ou les capture pour les vendre (caméléons, lézards, serpents, tortues).

### 1. Connaissances actuelles sur les reptiles du Tchad

En référence au World Conservation Monitoring Center (1992) les informations concernant les reptiles au Tchad sont inexistantes.

Une étude à partir de la bibliographie la plus récente (Chippaux, 2001), 36 % des espèces de *serpents* connues de l'Afrique de l'Ouest et centrale sont présentes au Tchad alors que 9 %, non recensées dans ce pays, seraient potentiellement présentes compte tenu des observations faites et des habitats considérés dans les pays voisins.

Plus de la moitié des espèces, principalement à affinités forestières ne se trouvent pas dans ce pays alors qu'une très faible proportion, qualifiée de douteuse, pourrait venir compléter la liste si de plus profondes investigations de terrain étaient menées pour ce groupe (Fig. 21).

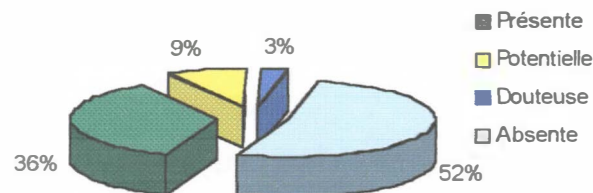


Fig. 21. Présence effective et potentielle des espèces de serpents au Tchad pour 165 espèces répertoriées en Afrique de l'Ouest et centrale.

Les serpents, à l'image des amphibiens, peuvent représenter une biomasse importante dans certains écosystèmes, comme certaines forêts sèches tropicales où elle atteint 50 kg/ha (Elzinga *et al.*, 2001).

Les *tortues* jouent un rôle important dans la vie des hommes, principalement en tant que ressource alimentaire, pour la viande et les œufs. Les espèces marines (*Eretmochelys*) sont utilisées pour la production de l'écaille véritable et beaucoup d'espèces sont employées en médecine traditionnelle, dans le folklore (art) et la religion. Parmi les 19 espèces présentes en Afrique de l'Ouest et centrale, incluant les espèces marines, sept sont présentes au Tchad (37 %) et certainement dans la zone du Projet et deux sont potentiellement présentes.

Aucune information ne semble disponible sur les *lézards* alors que les trois *crocodiles* africains, le crocodile du Nil (*Crocodylus niloticus*), le faux gavial crocodile (*Crocodylus cataphractus*) et le crocodile à nuque cuirassée (*Osteolaemus tetraspis*) sont présents au Tchad et sur le site du Projet.

Comme pour les tortues, les crocodiles sont recherchés pour la viande, la peau et sont fréquemment cités dans le folklore local et la religion où ils sont parfois l'objet de cultes particuliers.

La destruction des crocodiles dans de nombreux pays, en particulier due à une chasse intensive, a eu des conséquences inattendues comme la raréfaction des poissons, par une recrudescence des loutres qui étaient l'une des proies favorites des sauriens, l'augmentation des épidémies chez les poissons car les poissons malades constituaient des proies faciles ou la recrudescence de la rage car beaucoup de chiens atteints étaient dévorés par les crocodiles (Villiers, 1958).

## 2. Méthodes

Du fait de la physiologie de ces animaux, les périodes d'inventaires devront être choisies en fonction des conditions climatiques les plus favorables, très souvent en milieu de matinée pour les espèces diurnes. Les espèces nocturnes peuvent être assez facilement repérées à la lampe torche, comme pour les amphibiens. La plupart des méthodes pour l'étude et le suivi des reptiles implique la capture des animaux pour une bonne identification des espèces, à l'exception des crocodiles: en effet, ils sont très mobiles ou au contraire très discrets, et donc difficilement observables au sein d'un site donné.

### 2.1. Captures

#### 2.1.1. Capture à la main

Cette méthode est utilisée pour les petits reptiles terrestres, serpents, lézards, caméléons et tortues, qui sont recherchés dans les abris naturels que constituent les anfractuosités des roches, pierres, troncs d'arbres ou écorces et capturés à la main. Des abris artificiels (planches, plaques de tôles) disposés au soleil permettent de réaliser des inventaires et des captures plus facilement.

Un équipement adéquat doit être utilisé pour ce genre de capture à savoir des gants, une torche, un miroir qui permettent de saisir ou déceler les animaux sans prendre de risques. Un râteau, ou un bâton, sont aussi très utiles pour retourner la litière.

Pour les serpents de taille importante et dangereux, un équipement plus perfectionné devra être utilisé pour éviter les accidents (bâton fourchu, tube métallique et lacet).

Les lézards de taille petite à moyenne peuvent être aisément saisis à l'aide d'une pince articulée (Fig. 22 a) ou d'un lasso jouant le rôle d'un collet monté sur une perche (Fig. 22 b).

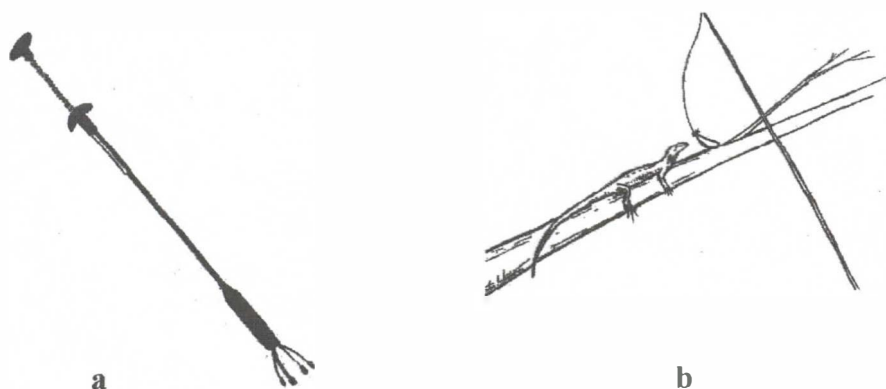


Fig. 22. Pince articulée (a) (d'après Witz, 1996) et lasso (b) permettant de capturer des lézards de taille petite à moyenne

Dans la plupart des cas, il est important d'immobiliser correctement les animaux avant de vouloir les saisir.

La méthode de capture ne doit pas avoir pour conséquence une dégradation de l'habitat qui pourrait nuire à la réalisation de futurs inventaires. Il importe donc de remettre en place les abris qui auront été déplacés ou retournés.

Les animaux capturés doivent être rapidement identifiés sur place, si cela est possible, et faire l'objet d'observations (dimensions, poids, parasites externes, photographies, etc.) avant d'être relâchés. Ils peuvent être également déposés dans des sacs en tissu préalablement étiquetés pour une étude ultérieure au laboratoire.

Les tortues terrestres peuvent être capturées à la main dans les terriers. Les crocodiles sont généralement capturés de nuit car ils sont facilement localisables avec une torche ou un spot. Les petits individus (< 1,5 m) peuvent être saisis manuellement alors que l'on utilisera un petit harpon ou un filet pour les plus gros.

La capture à la main est une méthode relativement efficace mais qui demande du personnel compétent et un effort de capture important. De plus, elle ne permet pas d'inventorier toutes les espèces, comme celles qui s'abritent dans des trous des arbres ou de terriers très profonds. Pour ces dernières, il est possible de creuser pour les déloger, d'utiliser du fil de fer crochu pour les extraire des cavités ou d'utiliser un fibroscope pour identifier avec précision les espèces qui sont cachées afin de ne pas prendre de risques en cherchant à les capturer.

#### 2.1.2. Capture à l'aide de pièges

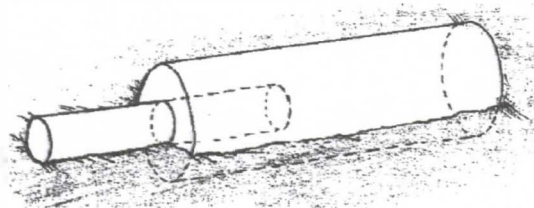
Le piège le plus couramment utilisé pour les petits reptiles est un baquet encastré dans le sol de façon à ce que les bords soient juste au niveau de la surface du sol. De la litière peut être déposée au fond du baquet pour protéger les animaux prisonniers. Ces pièges permettent en même temps de capturer des arthropodes qui agissent comme appâts pour certains reptiles.

La taille des pièges influe sur celle des animaux capturés et doit donc être définie au préalable en fonction des objectifs de l'étude. Des baquets de 30 cm de diamètre et 45 cm de profondeur sont fréquemment utilisés pour ce genre d'inventaire.

Les pièges peuvent être placés près des grumes, souches, rochers ou tout élément naturel pouvant constituer un refuge pour les reptiles. Ils peuvent également être disposés le long de clôtures, hautes de 30-40 cm et réalisées avec de la toile plastique ou du tissu (le matériau utilisé ne doit pas permettre aux animaux de grimper), obligeant les animaux à suivre un trajet précis qui les dirige vers les pièges (voir amphibiens).

Une autre méthode consiste à disposer sur le terrain des nasses (semblables à celles utilisées pour les poissons) ou des tuyaux de taille variable (en plastique, tissu ou autre matériau) desquels les animaux, une fois entrés, ne peuvent plus ressortir (Fig. 23).

Fig. 23. Piège en forme de tube pour la capture de reptiles, serpents et lézards (d'après Lohoefer & Wolfe, 1984).



Des pièges à trappe (type Sherman par exemple) peuvent donner également d'excellent résultats en ce sens que des animaux de différentes tailles peuvent être capturés.

La pose de collets, le long de clôtures et disposés à la sortie d'étroits tunnels, pour éviter le piégeage d'autres animaux (rongeurs, mangoustes, etc.), permet de capturer des lézards dans des endroits où il est difficile d'évoluer facilement (marais, végétation fermée par exemple).

Les pièges doivent être relevés au moins une fois par jour ou plus si nécessaire pour éviter le stress aux animaux capturés si les conditions climatiques sont difficiles.

Ils doivent être impérativement retirés entre deux inventaires consécutifs ou lorsque l'étude est terminée. L'effort de piégeage peut être standardisé dans le temps et l'espace et permettre ainsi l'utilisation d'une analyse statistique et la comparaison entre différents sites.

Le piégeage est recommandé pour des animaux mobiles mais donne de maigres résultats avec des reptiles sédentaires ou si les conditions météorologiques ne sont pas satisfaisantes.

Les tortues aquatiques demandent une technique particulière. La méthode la plus efficace consiste à utiliser un filet à partir d'une barque.

#### 2.1.3. Capture à l'aide de glue

Cette méthode est efficace pour la capture de lézards sans être dangereuse pour les animaux si les sites d'étude sont fréquemment visités et les animaux correctement nettoyés.



### 2.3. Transects et quadrats

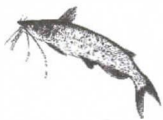
La méthode des transects, comme pour les amphibiens, est également utilisée pour obtenir un indice d'abondance pour un site donné. Celle des quadrats peut également être recommandée lorsque la densité de reptiles est élevée.

### 2.4. Enquêtes auprès des villageois

Les villageois se comportent généralement comme des « prédateurs » vis à vis des reptiles. Certaines espèces sont consommées (pythons, vipères), utilisées en médecine traditionnelle et beaucoup d'autres sont tuées, car considérées comme dangereuses.

Des enquêtes auprès des communautés et l'intégration de personnel local dans les études conduites sur ce groupe contribueront à enrichir et compléter les données récoltées lors de l'inventaire.

La collaboration avec des chasseurs et la connaissance d'éventuels circuits commerciaux de reptiles, à un niveau local, permettront d'évaluer l'importance de ces animaux pour les collectivités d'une région donnée et espèces existantes dans un lieu donné et de collecter des informations sur la distribution et l'abondance des différentes espèces.



## V. POISSONS

Les poissons constituent le groupe le plus diversifié au sein des vertébrés qui compte environ 24 000 espèces. (Coad, 1998). Sensibles aux perturbations de leur environnement, ils représentent de bons indicateurs pour détecter des modifications dans la composition chimique de l'eau ou dans le cas de pollutions.

Beaucoup d'espèces sont actuellement menacées par une surexploitation des populations due en particulier à l'utilisation de filets à mailles de plus en plus petites qui prélèvent une importante partie de la régénération.

### 1. Connaissances actuelles de l'ichtyofaune du Tchad

L'ichtyofaune du Bassin du Lac Tchad a fait l'objet de nombreuses études dans le passé mais les données demandent à être actualisées par de nouvelles recherches.

D'après le World Monitoring Center (1992) et différentes autres sources bibliographiques, relativement anciennes, sur la faune ichthyologique du Cameroun et du Bassin du Niger (Daget, 1954; Blache, 1964; Lévêque & Paugy, 1984; Daget, Gosse & Audenarde, 1984; Vivien, 1991), le système Logone-Chari abriterait environ 150 espèces de poissons, dont 25 endémiques, alors que le Lac Tchad renfermerait 93 espèces dont un endémisme mal connu, se situant entre 1 et 30 espèces.

### 2. Méthodes

De nombreuses méthodes sont disponibles pour inventorier et suivre les populations de poissons et font généralement appel à des captures. De par la mobilité des poissons (horizontalement et verticalement), il est préférable de choisir un effort d'échantillonnage extensif plutôt qu'intensif et d'inventorier ainsi davantage de sites.

Un échantillonnage stratifié est très souvent nécessaire pour avoir une bonne idée de la composition des populations de poissons (Coad, 1998). Cette stratification peut être faite à un niveau régional de chaque rivière par exemple, puis au niveau de la rivière elle-même en considérant alors les différents habitats (rapides, mares, voisinage des berges, etc.). Il en est de même au niveau des lacs où les prélèvements devront être faits en fonction de la profondeur de l'eau.

Beaucoup de méthodes ne sont pas applicables dans le cadre du Projet comme les comptages à partir des berges réalisables uniquement lorsque l'eau est peu profonde et claire ou la pêche électrique.

L'utilisation de filets (épervier, seine) et de nasses apparaissent comme les méthodes les plus simples et les plus faciles à mettre en œuvre pour avoir des informations sur la diversité et richesse spécifiques de la faune halieutique des rivières et lacs (peu profonds) existant sur le site du Projet.

Les enquêtes menées auprès des pêcheurs, professionnels ou non, constituent une autre méthode pour apporter une contribution à la connaissance de l'ichtyofaune existante dans le Sud-est du Tchad.



## VI. INVERTEBRES

Le groupe des invertébrés est l'un des plus riches et des moins bien connus. Les papillons diurnes et certains coléoptères, comme les bousiers, sont de plus en plus utilisés dans les programmes de suivi environnemental car ils représentent de bons indicateurs écologiques. Dans le cadre du Projet, les invertébrés peuvent n'être considérés dans un premier temps qu'au travers d'un inventaire et d'un suivi des lépidoptères diurnes qui sont très sensibles aux perturbations de l'environnement (genre *Charaxes* par exemple).

Les lépidoptères diurnes sont souvent très colorés, actifs de jour et assez facilement identifiables pour certains genres mais la détermination des espèces n'est pas aisée. La documentation relative à ce groupe en Afrique de l'Ouest et centrale est peu fournie et il est parfois difficile de trouver l'expertise pour une identification rigoureuse des spécimens. Certains ouvrages concernant l'Afrique du Sud (Pennington, 1978) et le Kenya (Larsen, 1991) peuvent cependant être très utiles.

De plus ces insectes, souvent présents en grands nombre, permettent une collecte rapide de nombreuses données, qualitatives et quantitatives.

Par contre, comme pour les oiseaux, l'abondance des papillons peut varier de façon importante d'une année à l'autre en fonction des conditions naturelles (climat). Le choix de la saison est également primordial dans la réalisation d'un tel inventaire car l'abondance des espèces varie beaucoup selon les périodes de l'année.

### 1. Connaissances actuelles sur les lépidoptères diurnes du Tchad

Aucune information récente, regroupant les différentes familles de lépidoptères diurnes, n'est disponible pour le Tchad.

### 2. Méthodes

La détermination des espèces de papillons peut se faire à l'aide de jumelles, de guides d'identification et par le biais d'un système de capture. Un suivi des populations de lépidoptères diurnes doit tenir compte de certaines conditions:

- Période d'activité dans la saison;
- Période d'activité dans la journée;
- Durée du cycle des espèces lié aux conditions climatiques et aux plantes hôtes.

#### 2.1. Transects

Pour obtenir des informations sur les populations de papillons (diversité et richesse spécifiques), il importe de réaliser les inventaires sur des transects fixes. Il est préférable que ceux-ci soient assez longs (0,5-1 km), bien matérialisés (peinture, ruban plastique de couleur) sur le terrain et au sein d'un même habitat.

Chaque transect, d'une largeur de 10 ou 20 m, constitue une unité d'échantillonnage qui devra être visitée plusieurs fois. Les papillons immédiatement identifiés sont comptés alors que les autres sont capturés de façon à pouvoir être déterminés plus facilement, puis relâchés, ou conservés s'il est impossible de les nommer directement sur le terrain.

Les transects sont parcourus de préférence entre 09h00-11h00 et 11h00-16h00 et dix à vingt minutes sont nécessaires pour un transect de 500 m. Le nombre de répétitions à effectuer varie en fonction des conditions de milieu et de la densité des papillons: huit passages sont recommandés pour des habitats très riches.

Les autres espèces, non enregistrées pendant l'inventaire mais observées avant ou après, doivent être notées comme informations complémentaires.

Ces comptages permettent de déterminer un indice d'abondance qui ne peut être considérée comme une abondance absolue du fait de la mobilité des insectes qui vont entrer et quitter, de façon continue, l'aire d'échantillonnage.

Il est également possible d'estimer une densité moyenne par ha par exemple au niveau de chaque transect.

Un suivi périodique permet d'obtenir un indice d'abondance total pour une ou plusieurs espèces et pour une année donnée.

## 2.2. Captures

En complément de l'étude précédente, il est recommandé de disposer des pièges (à 150 m avant le début et après la fin du transect) qui procurent des informations intéressantes sur la famille des Nymphalidae par exemple comme le nombre moyen d'individus par espèce et par piège.

Un dispositif simple, constitué d'une base en bois ou métallique supportant un filet fin (de préférence blanc) et suspendu dans un arbre permet de capturer facilement les papillons qui sont attirés par un appât constitué de bananes très mûres (Fig. 24).

Les pièges doivent être régulièrement contrôlés pour éviter que les papillons ne s'abiment ou que certains prédateurs (guêpes, fourmis) ne les détruisent.

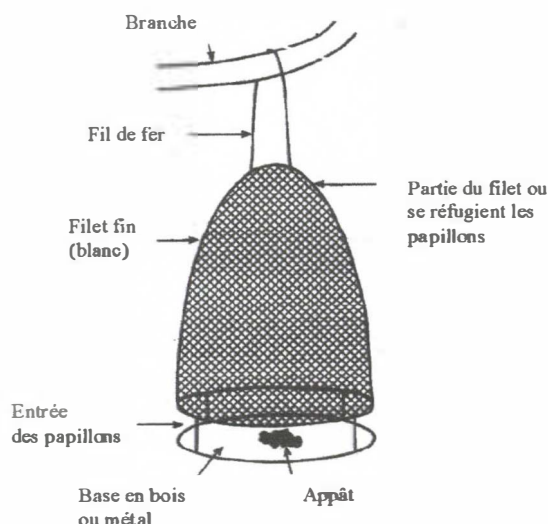


Fig. 24. Dispositif de capture des papillons diurnes (d'après Sutherland, 2000).

## VII. ETUDES COMPLEMENTAIRES: ENQUETES

Bien que la chasse traditionnelle soit officiellement interdite au Tchad, les activités de chasse illégales sont très répandues à travers l'ensemble du pays. Deux types bien différents d'enquêtes devront être conduits dans le cadre du Projet sur la faune sauvage. Le premier, à l'image de la flore, concerne les principaux produits et sous-produits de la faune utilisés par les communautés locales. Le second s'intéresse à la présence et à la distribution de la faune sauvage et viendra en appui aux recensements fauniques.

### 1. Inventaires complémentaires sur la faune sauvage

Des enquêtes, à l'aide de formulaires simples mais bien ciblés et de supports illustrés, devraient permettre d'obtenir des informations complémentaires aux recensements fauniques effectués sur le site du Projet. Les informations concerneront en priorité:

- ⇒ les espèces présentes (observations directes, traces, fèces, cris, chants ou autres signes);
- ⇒ le comportement social des espèces (solitaire, grégaire, nocturne, diurne);
- ⇒ la taille des troupes;
- ⇒ le sexe des animaux;
- ⇒ les classes d'âges;
- ⇒ la distribution des espèces au cours des saisons (migrations, déplacements);
- ⇒ le statut des espèces (abondante, commune, rare, etc.);
- ⇒ le régime alimentaire;
- ⇒ la compétition avec le bétail pour l'espace et les pâturages;
- ⇒ les noms vernaculaires.

Ces formulaires seront remis aussi bien aux populations sédentaires qu'aux transhumants qui séjournent sur le site du Projet.

## **2. Utilisations de la faune sauvage**

### **2.1. Alimentation**

La faune sauvage représente une source de protéines animales importante pour les populations. Bien que ce soit un domaine très sensible, des données qualitatives et quantitatives sur les espèces prélevées seraient intéressantes au niveau du Projet car peu d'informations sont actuellement disponibles. Les sources d'approvisionnement en viande de brousse, la fréquence dans la consommation et les espèces couramment consommées par ordre de préférence sont autant de questions qui demandent à être éclaircies.

La faune sauvage peut être utilisée à un niveau local pour les besoins propres des villageois, sous forme de chasse de subsistance, ou à des fins commerciales au travers de circuits plus ou moins bien organisés.

La chasse est souvent le fait de groupes spécialisés appartenant à des ethnies particulières. Elle s'inscrit dans un contexte social bien déterminé qu'il serait intéressant de décrypter dans le cadre du Projet. Aucune information n'est pratiquement disponible sur la chasse traditionnelle concernant les espèces et les pratiques employées (armes à feu, pièges, filets, etc.).

Certaines espèces, très recherchées par les populations mais souvent considérées comme secondaires dans les enquêtes comme les petits mammifères et les insectes (cricquets, termites), devraient faire l'objet d'une attention particulière car elle représentent un apport protéinique non négligeable, en particulier pour les enfants.

### **2.2. Sous-produits de la faune sauvage**

Ils concernent les peaux, os, cornes, tendons qui sont utilisés traditionnellement pour faire des vêtements, des objets divers ou des instruments de musique.

### **2.3. Pharmacopée traditionnelle**

La pharmacopée utilise la faune sauvage principalement au travers des sous-produits, souvent en association avec des produits d'origine végétale.

### **2.4. Culture, folklore**

La faune sauvage joue un rôle important dans le « social et le culturel » au niveau de certains rites religieux et/ou magiques. Beaucoup de contes africains font appel à des animaux et ces textes jouent un rôle encore important dans la culture des populations.

Les enquêtes sur l'utilisation de la faune sauvage, en relation avec les résultats des inventaires, faciliteront:

- ⇒ la définition des « espèces clés » et des indicateurs biologiques à considérer dans le cadre du suivi environnemental;
- ⇒ la définition du statut des espèces (abondante, rare, menacée, etc.);
- ⇒ une estimation de la valeur des ressources aux niveaux familial, local ou même régional;
- ⇒ l'enrichissement de la base de données et la réalisation de l'Atlas du Projet;
- ⇒ la négociation et la mise en oeuvre, avec les populations locales, de micro-projets s'intégrant bien dans le système d'exploitation des terres ou cherchant à valoriser certains produits.

Le dernier point est important à considérer car de telles études souligneront la difficulté que rencontrent les populations à se procurer de la viande de brousse à cause d'une surexploitation des espèces ou de la dégradation des milieux naturels..

Des propositions de Termes de Référence (TdR) sur les études (inventaires) à conduire sur la faune sont présentées en Annexe 4.



## CHAPITRE II

### SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE DU PROJET - SIG -

La réalisation d'un SIG constitue un élément majeur pour:

- ➔ la capitalisation et l'actualisation des informations récoltées lors des inventaires et enquêtes de terrain et/ou à partir de la bibliographie (diagnostic);
- ⇒ la définition et la mise en œuvre d'un programme de suivi environnemental;
- ⇒ la dissémination de l'information
- ⇒ la réalisation de l'Atlas du Projet (voir Fig. 25).

Ce SIG ne peut-être envisagé sans la réalisation préalable d'un fond de cartes dont une carte de l'occupation des sols pour l'ensemble du site du Projet (200 000<sup>ème</sup>) et des cartes des terroirs test (25 000<sup>ème</sup>) définis pour les études de terrain.

Le partenariat et la convention établis entre le Projet, le Centre d'Appui à la Recherche (CNAR) et le Laboratoire de Recherches Vétérinaires et Zootechniques de Farcha -LRVZ- (Maître d'œuvre du Projet) pour la réalisation des cartes d'occupation des sols comprend également la mise en œuvre du SIG du Projet.

Ce dernier sera défini et mis à jour par Mr. Lomaye Mbairanadji, géographe du Service d'Agropastoralisme, sous la supervision technique du CNAR qui assure actuellement un complément de formation à ce géographe sur les versions nouvelles des logiciels de cartographie.

### SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Un cadre général pour la mise en œuvre du suivi environnemental au sein du Projet est présenté par la figure 24. Ce suivi ne pourra être applicable qu'après avoir conduit les différentes études concernant la « *phase diagnostic* » du Projet: inventaires de la végétation et de la flore, des grands et petits mammifères, oiseaux, amphibiens, reptiles, poissons et invertébrés (certains groupes).

A ces études viendront s'ajouter les diverses enquêtes socio-économiques sur les populations habitant le site du Projet, principalement des agriculteurs et éleveurs, et sur l'utilisation des produits d'origine végétale et animale.

La réalisation d'un outil cartographique, à différentes échelles, pour l'ensemble du site du Projet puis des territoires et terroirs tests apparaît comme une priorité dans cette phase diagnostic.

Le diagnostic ainsi établi, comme « un état des lieux », permettra de définir les *indicateurs biologiques et socio-économiques* qui feront l'objet du suivi environnemental tout au long de la durée du Projet. Ces informations de départ vont constituer le « moteur » de la base de données du Projet et du SIG.

Les études de terrain conduites dans le cadre du programme de suivi environnemental viendront compléter et/ou actualiser les informations de base, intégrées au fur et à mesure dans le SIG afin de capitaliser la mémoire du Projet. Cette capitalisation apparaîtra de façon plus concrète et plus accessible par la réalisation de l'Atlas du Projet.

Quatre grandes sections caractérisent la figure 25:

Le projet FFEM et ses relations avec les différents *partenaires* aux niveaux national, régional et international au travers desquels sera mobilisée une partie des compétences et expertises constitue schématiquement un *cadre institutionnel* (I).

Les *inventaires et enquêtes* menées sur les populations et les systèmes d'exploitation des terres, réalisés selon des protocoles bien définis et qui conduiront à établir le diagnostic du Projet et à définir les indicateurs de suivi, forment un *cadre technique et socio-économique* (II).

Le SIG et l'Atlas forment la mémoire du Projet dans un cadre de *capitalisation* et de *valorisation* de l'information (III).

Enfin, la mise en œuvre du programme de *suiti environnemental* conduira à des résultats concrets, obtenus après avoir respecté les objectifs du Projet, former le personnel local et diffuser l'information auprès des différents partenaires et du public. Ce sont ces résultats qui conduiront à une meilleure *gestion* et *conservation* des ressources naturelles et à un aménagement concerté des terroirs. Cette phase de suivi s'inscrit donc dans un *cadre de développement durable* avec une énorme composante socio-économique (IV).

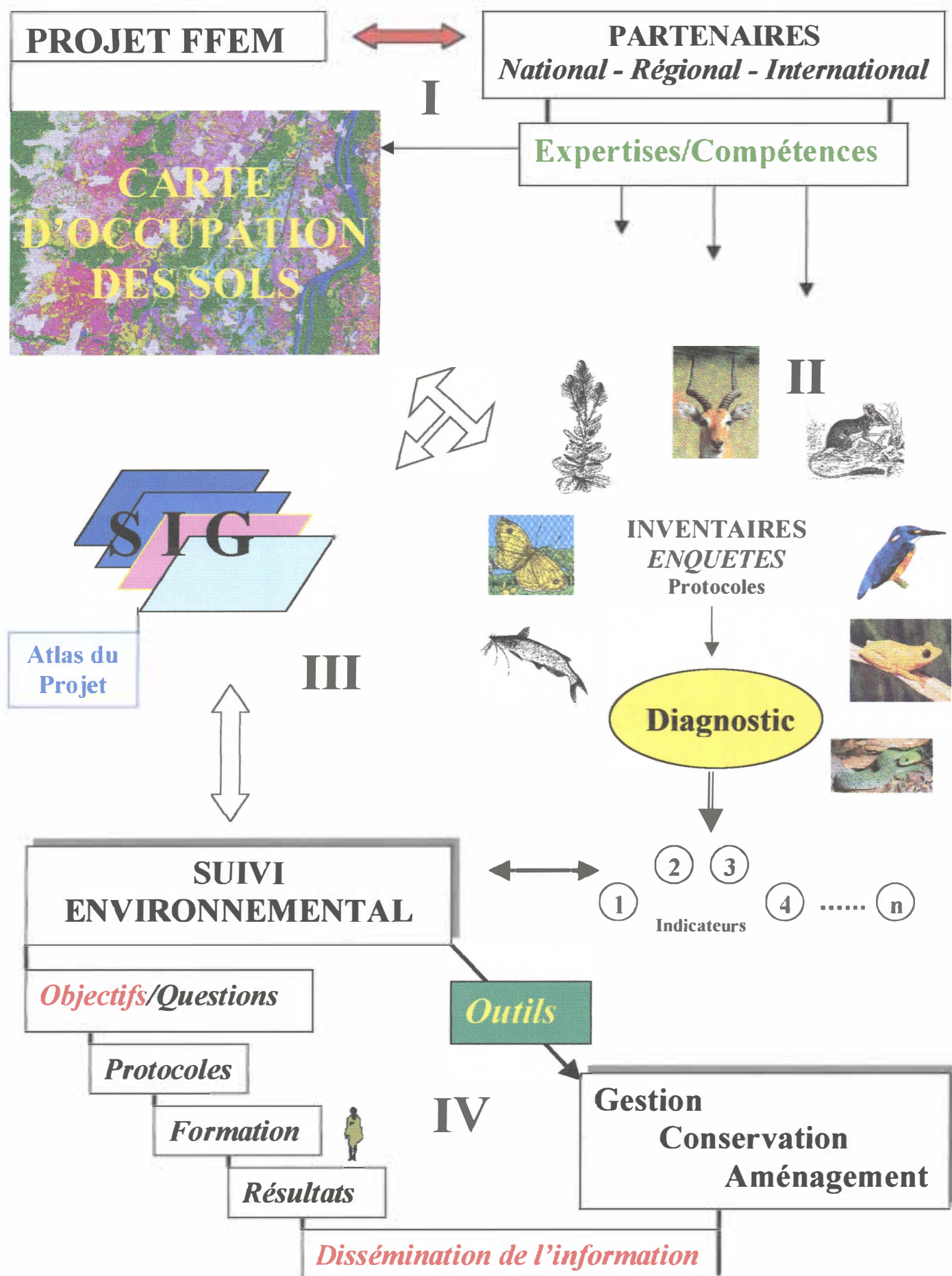


Fig. 25. Représentation schématique de la mise en œuvre du programme de suivi environnemental du Projet.

## CHAPITRE IV

### ATLAS DU PROJET

L'Atlas du Projet a pour objectif la présentation synthétique du Projet et de ses activités, au travers d'informations recueillies dans la bibliographie et dans les résultats des travaux et enquêtes conduits sur le terrain.

Le contenu de l'Atlas doit:

- être ciblé, précis et illustré de *cartes thématiques*, *dessins* et *photographies* obtenus au sein du Projet;
- être *accessible* aussi bien pour les partenaires du Projet, administrations tchadiennes, populations locales que pour le grand public de façon à pour pouvoir susciter des débats;
- permettre la « *lecture* » de l'évolution du Projet et une projection dans le futur.

La réalisation d'un *Atlas*, capitalisant les informations collectées au travers des études et enquêtes conduites dans le cadre du Projet, n'a pas pour seul objectif la présentation d'un document de synthèse des activités du Projet (Fig. 24). Ce document constituera, en complément du SIG, la mémoire du Projet et la présentation des résultats de la mise en œuvre du suivi environnemental (Fig. 24). L'Atlas doit avant tout représenter un outil de décision pour les partenaires du Projet.

Cet Atlas pourrait contenir deux grands cadres (Annexe 5):

⇒ un cadre général présentant le Projet dans sa globalité, à partir d'informations obtenues dans la bibliographie existante, auprès des institutions tchadiennes travaillant dans l'environnement et sur le site du Projet;

⇒ un cadre thématique ciblant les territoires et les terroirs tests, visant à:

- à décliner les éléments du cadre général en apportant des données plus précises;
- expliquer le fonctionnement des systèmes d'exploitation au niveau des terroirs;
- apporter des informations nouvelles sur de la diversité biologique;
- mettre en évidence les différents modes de gestion et conservation des ressources naturelles par les populations locales;
- souligner les contraintes intervenant dans la conservation des ressources naturelles.

Le texte et les informations présentés, souvent dérivés de données techniques et/ou scientifiques, doivent être accessibles tout en révélant avec rigueur les réalités de terrain. Les illustrations - cartes thématiques, photographies, dessins -, les moyens utilisés pour transmettre l'information (témoignages, contes africains, poèmes, etc.) et une présentation originale de l'ouvrage sont autant d'éléments qui lui donneront de la vie et séduiront le lecteur.

La traduction de l'ouvrage en arabe, bien que difficile, serait souhaitable pour permettre aux communautés locales, qui constituent les partenaires directs sur le terrain, d'avoir accès facilement à l'information, de retirer au travers de sa lecture le fruit des efforts fournis par leur participation au bon déroulement du Projet afin qu'elles se sentent réellement prises en considération et intégrées dans le présent et la continuité du Projet.



### CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La flore et la faune sauvage de la région Sud-Est du Tchad sont particulièrement mal connues, voire inconnues pour certains groupes, et il existe un manque indéniable de données sur la biodiversité en général. Le Projet (et les projets de développement similaires) a donc l'opportunité d'apporter une contribution énorme à la connaissance de la diversité biologique, non seulement pour ce pays mais également aux niveaux régional et international.

Dans le cadre du Projet, qui couvre une superficie très importante (80 000 km<sup>2</sup>), il est indispensable de tenir compte des contraintes imposées par les conditions de terrain (zone difficilement accessible en saison des pluies), le coût des études du fait d'un manque d'expertise locale pour certains groupes et de la durée relativement courte du Projet.

Les diverses études qui devront être réalisées, pour la plupart d'entre elles, demandent une bonne connaissance des utilisateurs locaux des ressources. Le volet socio-économique du Projet a donc un rôle important à jouer dans la conduite des enquêtes à réaliser.

La connaissance de l'espace Sud-Est du Tchad sera obtenue au travers des inventaires biologiques et des enquêtes socio-économiques qui doivent fournir l'information nécessaire à la définition des différents modes d'utilisation du milieu et d'outils pour une utilisation durable des ressources naturelles. La réalisation des inventaires doit donc conduire à établir un diagnostic qui permettra de mieux connaître la richesse et la diversité spécifiques de la flore et de la faune existantes sur le site du Projet.

Les méthodes décrites dans ce rapport ne sont pas exhaustives. Dans le cadre du Projet, il importe de choisir des méthodologies simples mais scientifiquement reconnues, faciles à mettre en œuvre de façon à pouvoir être utilisées avec succès par le personnel local formé à cet effet. Le choix de la méthodologie d'inventaire et de suivi devra tenir compte:

- des objectifs du Projet;
- des objectifs des études à conduire;
- des objectifs du programme de suivi environnemental;
- du contexte environnemental du Projet;
- des conditions de terrain particulièrement difficiles dans cette partie du Tchad;
- des ressources humaines et financières du Projet, relativement limitées comparativement à l'ambition des objectifs;
- de l'expertise disponible et de son coût pour l'étude des différents groupes;
- du temps alloué à chaque étude;
- du personnel local disponible pour assurer le suivi des études au niveau du terrain.

Certaines méthodes, comme celle de la capture-recapture (avec marquage des animaux) par exemple pour les inventaires fauniques, n'ont pas été intégrées dans ce travail car elles sortent des objectifs du Projet.

Les protocoles à mettre en place devront tenir compte de l'expérience des Projets CURESS (Conservation et Utilisation Rationnelle des Ecosystèmes Soudano-sahéliens - Tchad), ECOFAC (Ecosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale), ECOPAS (Ecosystèmes Protégés en Afrique Sahélienne - Afrique de l'Ouest) et de tout autre projet impliqué dans la conservation des ressources naturelles au Tchad ou dans la région de façon à pouvoir harmoniser les méthodes de travail.

Les méthodologies définies dans le cadre du Projet tanzanien « Livestock and Wildlife Integration Adjacent to Protected Areas in Africa: the Tanzanian Site » doivent être comparées avec celles présentées dans ce rapport de façon à les harmoniser lorsque cela est possible.

Les informations à recueillir, dans toutes les disciplines, doivent être pertinentes pour:

- satisfaire les besoins de la conservation locale: la conduite d'études à caractère scientifique doit permettre de rassembler des données utiles en termes de décision de gestion;
- satisfaire les objectifs du Projet;
- apporter des informations nouvelles sur la diversité biologique de la région concernée et du Tchad en général.

L'objectif à rechercher au travers des inventaires biologiques est l'obtention de données pour une meilleure connaissance de la *richesse*, l'*abondance* et la *distribution* des espèces dans les différents sites et/ou habitats étudiés.

Les méthodes décrites permettent d'arriver à ces résultats, simplement, par l'établissement de listes d'espèces qu'il est possible d'analyser en fonction du facteurs « temps » ou par le recensement d'espèce lié au facteur « distance ».

Certaines d'entre elles permettront d'aller plus profondément dans l'analyse des données afin, par exemple, d'estimer la densité des espèces.

Enfin, par les informations recueillies au travers de certaines méthodes, il sera possible d'effectuer des comparaisons d'échantillons au niveau des fréquences, proportions et pourcentages ou des moyennes et variances par des analyses statistiques relativement simples ( $\chi^2$ , tests de Kruskal-Wallis, Mann-Whitney, Wilcoxon, etc.) réalisables avec la plupart des logiciels de statistiques.

## A. FORMATION

Les experts, consultants ou étudiants en charge des inventaires et de la définition du programme de suivi environnemental et l'équipe du Projet auront à recruter du personnel local pour la réalisation des travaux de terrain. Ce personnel devra être formé aux techniques retenues afin de pouvoir être par la suite impliqué dans les activités du suivi écologique.

Un effort de formation pour le personnel local et/ou national du Projet, du Laboratoire de FARCHA et d'institutions intervenant en tant que partenaires du Projet (Direction de la Protection de la Faune et des Parcs Nationaux, Point Focal de la Biodiversité, etc.) doit accompagner la mise en œuvre des études, dans toutes les disciplines.

L'utilisation du logiciel DISTANCE, pour l'estimation de la densité des populations de grands mammifères ou d'oiseaux et celle du Cybertracker pour la collecte des données d'inventaires, donnerait l'opportunité de sessions de formation qui pourraient intéresser les équipes de différents projets.

## B. INVENTAIRES BIOLOGIQUES

- Les groupes retenus dans le cadre des inventaires biologiques ne sont pas restrictifs. Ils constituent ceux les plus couramment utilisés pour établir le diagnostic d'un site et les programmes de suivi environnemental. Des études complémentaires (oiseaux nocturnes, différents groupes d'invertébrés terrestres et aquatiques) pourront être conduites si les conditions le permettent (ressources humaines et financières, temps), si elles contribueront réellement à une meilleure connaissance de la diversité biologique des sites étudiés et du Tchad en général.

Il en est de même des inventaires sur la végétation et la flore qui devront s'intéresser également aux forêts galeries, galeries forestières et à la végétation des milieux particuliers comme les mares, inselbergs et termitières. Ces formations, souvent de superficies peu importantes, sont généralement mal connues mais présentent un grand intérêt pour la diversité biologique dans les zones de savanes.

- Les inventaires biologiques pour la végétation, la flore et la faune sauvage doivent faire appel à une expertise locale, régionale ou internationale compte tenu des ressources financières du Projet et de la disponibilité des experts, consultants et étudiants.

Si le Projet fait appel à des chercheurs étrangers, il serait souhaitable que les études soient conduites en duo avec un étudiant tchadien qui bénéficiera ainsi de cette expertise.

Les personnes en charge des études doivent avoir une parfaite connaissance de la flore et des groupes d'animaux qui feront l'objet des inventaires. Une formation rigoureuse du personnel local est indispensable, non seulement pour les méthodologies à mettre en œuvre mais aussi pour l'identification des espèces qui constitue une condition préalable à la réussite des travaux.

- Une bonne analyse de la faune nécessiterait des inventaires en saison des pluies et en saison sèche de façon à pouvoir comparer l'abondance et la distribution des espèces dans les différents habitats.

- Dans le cadre de la phase diagnostic du Projet, un recensement aérien des Réserves du Salamat et de Siniaka Minia constituerait une collecte d'informations de base idéale pour le Projet et pour le Tchad en général, sur les populations de faune sauvage et de bétail. Le coût prohibitif du survol ne permet pas d'inclure une telle activité dans le programme du Projet. Cependant, un recensement aérien de la Réserve de Faune de Siniaka Minia, qu'il serait peut-être possible de réaliser en partenariat avec le Projet CURESS et/ou avec le Projet MIKE (Monitoring of Illegal Killing of Elephants), bénéficierait à tous les partenaires.

Si les populations de grands mammifères sont maintenant bien suivies dans le Parc national de Zakouma, elles demeurent mal connues, voire inconnues, sur l'ensemble du territoire et des données sur la faune de la Réserve de Siniaka Minia permettraient de mieux connaître les éventuels déplacements des animaux entre les différentes aires protégées de cette région Sud6est du Tchad.

- La nouvelle phase du Projet CURESS, devant être lancée dès le début de l'année 2003, va mobiliser une expertise technique et scientifique importante pour le programme de suivi environnemental du Parc national de Zakouma. Il serait souhaitable, pour des raisons d'efficacité, d'économie d'argent et de temps, de pouvoir mobiliser cette expertise (quand cela est possible) de façon à ce que les études sur les mêmes groupes soient conduites sur le site du Projet et dans le Parc dans le cadre des mêmes missions.

Le maintien et le renforcement de la collaboration entre les deux projets (le Parc de Zakouma étant inscrit dans le site du Projet FFEM) et les autres projets de conservation de la biodiversité au niveau national et régional permettront de développer des activités nouvelles et de consolider celles déjà mises en oeuvre pour une meilleure connaissance de la diversité biologique et une utilisation des ressources naturelles plus rationnelle.

- Les résultats des inventaires peuvent mettre en évidence des habitats particulièrement riches en certaines espèces ou révélant la présence d'espèces peu communes ou rares sur lesquels une attention particulière devra être portée. Ces milieux, parfois de superficie peu importante devront être protégés et surveillés pour maintenir la diversité biologique qui les caractérise.

- Les équipes qui réaliseront les inventaires sur le terrain veilleront à:
  - se procurer les permis de capture (si cela est nécessaire pour certaines études) auprès des autorités compétentes;
  - utiliser le matériel approprié et standardisé (pièges, filets) dans le cadre des études qui demandent des captures d'animaux (oiseaux, petits mammifères, amphibiens, reptiles, poissons, invertébrés);
  - ne pas dégrader le milieu naturel dans les sites d'études. Ceci est d'autant plus important pour certains groupes (oiseaux, petits mammifères, reptiles, amphibiens) dont les habitats seront visités plusieurs fois dans le cadre de répétitions d'inventaires.

- Dans le cas de captures, le personnel devra respecter rigoureusement le protocole établi et contrôler les pièges ou filets tendus de façon à ne pas provoquer la mort des animaux prisonniers (insolation, noyade, prédation). La manipulation des animaux doit suivre des principes stricts de façon à les stresser le moins possible. Il en est de même des individus sur lesquels pourront être faits des prélèvements (peau, poils, sang), qui devront être auparavant légèrement anesthésiés (éther ou chloroforme).

- Une étude détaillée sur la prédation sur le bétail par les grands fauves dans la périphérie du sud-est du Parc national de Zakouma semble indispensable pour obtenir des données fiables. Un recensement des grands carnivores, en collaboration avec les responsables du Parc, pourrait être réalisé pour évaluer la taille des populations et les mesures à mettre en œuvre, si besoin est, pour résoudre ou du moins atténuer les conflits entre les éleveurs et la faune sauvage.

## C. COLLECTIONS

Les inventaires, puis le suivi environnemental, vont permettre de collecter des informations qui seront capitalisées au travers du SIG du Projet. Il importe également de travailler en étroite collaboration avec l'Université de N'djaména et diverses institutions tchadiennes et internationales qui peuvent être intéressées par l'enrichissement de leurs collections biologiques.

La récolte de spécimens végétaux et animaux obéit à des objectifs particuliers et précis et fait partie intégrante du travail de terrain et de recherche. Elle devra être conduite en tenant compte des méthodes les plus appropriées, des textes législatifs en vigueur pour la capture et la conservation de certaines espèces rares ou menacées et pour l'exportation de spécimens à l'étranger.

La préparation des spécimens végétaux devra être faite en respectant les règles de confection des herbiers de façon à établir une collection de matériel facilement identifiable et utile pour des besoins de recherche et de formation.

Les animaux devront être tués par une anesthésie à l'éther ou au chloroforme, qui évite toute souffrance, avant d'être plongés dans une solution de conservation dans des récipients soigneusement étiquetés.

La diffusion de spécimens (végétaux, animaux entiers, peaux, crânes) au niveau d'institutions tchadiennes (Université de N'djaména) ou étrangères, de façon à enrichir les collections existantes, doit être réalisée dans un cadre scientifique et au travers d'une collaboration entre ces institutions et le Projet.

## **D. PUBLICATIONS**

Les données collectées au travers des inventaires biologiques seront valorisées et capitalisées par le SIG et l'Atlas du Projet. Elles feront également l'objet de publications techniques et scientifiques, qui doivent associer les experts ayant conduit les études, les responsables du Projet et les étudiants et/ou techniciens ayant participé à leur réalisation.

## **E. EDUCATION ENVIRONNEMENTALE**

Les études conduites sur le site du Projet vont permettre une diffusion de l'information au travers du SIG, de l'Atlas et d'articles scientifiques. Des activités dans le cadre de programmes d'éducation environnementale, existants ou devant être lancés, permettraient au Projet de faire bénéficier les écoles, à différents niveaux, de l'expérience acquise dans la conservation des ressources naturelles à l'échelle du terroir.



# ANNEXES

## Annexe 1

## ANALYSE LINEAIRE (Points quadrats)

[illegible]

## Annexe 2

## INVENTAIRE DES LIGNEUX

<b>Site:</b>		<b>Date:</b>	
		<b>Auteur(s):</b>	
<b>Cl. Ø</b>	<b>1:</b> <2 cm) <b>2:</b> 2-5 cm <b>3:</b> 5-10 cm <b>4:</b> 10-15 cm <b>5:</b> 15-20 cm <b>6:</b> 20-30 cm <b>7:</b> 30-40 cm <b>8:</b> 40-50 cm <b>9:</b> 50-60 cm <b>10:</b> >60 cm		
<b>Cl. circ.</b>	<b>1:</b> <6 cm <b>2:</b> 6-15,7 cm <b>3:</b> 15,7-31,4 cm <b>4:</b> 31,4-47cm <b>5:</b> 47-62,8 cm <b>6:</b> 62,8-94,2 cm <b>7:</b> 94,2-125,6 cm <b>8:</b> 125,6-157 cm <b>9:</b> 157-188,4 cm <b>10:</b> >188,4 cm		
<b>Cl. haut.</b>	<b>1:</b> <1 m <b>2:</b> 1-2 m <b>3:</b> 2-4 m <b>4:</b> 4-6m <b>5:</b> 6-8 m <b>6:</b> 8-10 m <b>7:</b> 10-15 m <b>8:</b> 15-20 m <b>9:</b> >20 m		
<b>Couvert</b>	Moyennes de deux Ø perpendiculaires de la couronne		

[illegible]

### TERMES DE REFERENCE

#### ETUDE VEGETATION ET FLORE

- Durée de l'étude: 6 mois -

Dans le cadre des études à conduire sur la **VEGETATION ET LA FLORE** au sein du Projet « Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement dans le Sud-Est du Tchad », et plus particulièrement dans les territoires et terroirs tests, le consultant (expert, étudiant) devra réaliser les tâches suivantes:

1. Réaliser une étude bibliographique sur la végétation et la flore du Tchad et/ou de la région concernée par l'étude.
2. Définir les principaux types de végétation qui caractérisent la ou les zone(s) d'études en s'appuyant sur les cartes d'occupation des sols du Projet et des terroirs tests.
3. Choisir et proposer la ou les méthode(s) d'inventaire la ou les plus appropriée(s) en tenant compte:
  - des objectifs du Projet;
  - des conditions de terrain (habitats);
  - de la durée de l'étude qui doit être réalisée de préférence en fin de saison des pluies lorsque la végétation est à son optimum de développement;
  - de l'accessibilité aux sites d'études;
  - de la logistique du Projet.
4. Réaliser des inventaires floristiques dans les différents types de végétation, de façon à en connaître la composition floristique tant ligneuse qu'herbacée, en considérant les paramètres suivants:

#### ⇒ Végétation ligneuse

- **Richesse spécifique:** l'identification des espèces devra être faite de façon rigoureuse en utilisant la connaissance du personnel local, la documentation existante et les herbiers de référence (LRVZ);
- **Diversité spécifique** faisant référence à la fréquence, l'abondance ou la densité des espèces;
- **Structure des peuplements** par la mesure des diamètres, hauteurs et l'évaluation du couvert;
- **Etat de la régénération;**
- **Potentiel fourrager**, au moins pour les principales espèces;
- **Phénologie.**

#### ⇒ Végétation herbacée

- **Richesse spécifique:** l'identification des espèces devra être faite de façon rigoureuse en utilisant la connaissance du personnel local, la documentation existante et les herbiers de référence (LRVZ);
- **Diversité spécifique** faisant référence à la fréquence, l'abondance ou la densité des espèces;
- **Biomasse** pour les zones réservées au pâturage, dans le but de déterminer la capacité de charge;
- **Valeur pastorale** des pâturages.

5. Identifier les principales espèces utilisées par les communautés locales au niveau du terroir (bois, alimentation, pharmacopée traditionnelle, etc.).
6. Estimer le potentiel des formations végétales et/ou des espèces au niveau du terroir.
7. Evaluer l'impact de l'utilisation des espèces et de la pression anthropique sur les peuplements végétaux (agriculture, élevage, feu, etc.).



8. Identifier les « espèces clés », indicateurs biologiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet.
9. Identifier les « espèces clés », indicateurs socio-économiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet.
10. Proposer une méthode de suivi des peuplements végétaux, ligneux et herbacés, simple et pouvant être mis en œuvre par le personnel local formé à cet effet.
11. Former le personnel local aux méthodologies d'inventaire de la végétation et de suivi environnemental.
12. Faire des recommandations pour le maintien et/ou la réhabilitation des formations végétales de façon à assurer leur pérennité.
13. Faire des recommandations pour la mise en œuvre de micro-projets dans le but d'améliorer l'utilisation et la conservation des ressources végétales.

\*\*\*\*\*

### Remarques et observations

◆ Les points 5, 6, 7, 8, 9 et 13 devront être considérés en prenant en compte les études socio-économiques qui seront réalisées dans les territoires tests sur l'utilisation des espèces végétales par les communautés.

◆ Compte tenu de la durée de l'étude et des protocoles généralement assez lourds pour la réaliser, les inventaires concernant la végétation et la flore pourraient scinder en deux études différentes, l'une sur les ligneux et l'autre sur les herbacées (liées à la définition de la capacité de charge).

◆ Il est recommandé, dans le cadre de cette étude, de procéder à la réalisation d'un herbier qui facilitera la détermination et/ou la vérification des échantillons et donc permettra une rigueur au niveau de la systématique. Les spécimens récoltés pourront être remis au LRVZ qui possède un herbier de référence bien géré.

◆ La réalisation de photographies sur la végétation (sites étudiés, formations végétales) et la flore constituera une iconographie pour la base de données et les illustrations de l'Atlas du Projet.

## Annexe 4

### TERMES DE REFERENCE

## ETUDE DES GRANDS MAMMIFERES

- Durée de l'étude: 1 mois par site -

Dans le cadre des études à conduire sur les **GRANDS MAMMIFERES** au sein du Projet « Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement dans le Sud-Est du Tchad », et plus particulièrement dans les territoires et terroirs tests, le consultant (expert, étudiant) devra réaliser les tâches suivantes:

1. Réaliser une étude bibliographique sur les grands mammifères du Tchad et/ou de la région concernée par l'étude.
2. Définir les principaux types de végétation qui caractérisent la ou les zone(s) d'études en s'appuyant sur les cartes d'occupation des sols du Projet et des terroirs tests.
3. Choisir la méthode d'inventaire la plus appropriée en tenant compte:
  - des objectifs du Projet;
  - des conditions de terrain (habitats);
  - de la durée de l'étude;
  - de l'accessibilité aux sites d'études;
  - de la logistique du Projet.
4. Caractériser les principaux habitats étudiés par:
  - la bibliographie existante;
  - les cartes du Projet;
  - les résultats des inventaires floristiques réalisés sur le site du Projet (si disponibles);
  - des paramètres de terrain (composition, hauteur, densité, homogénéité de la végétation - facteurs environnementaux (climat, sols, etc.) - pression anthropique (agriculture, élevage, chasse, etc.).
5. Réaliser les recensements des grands mammifères dans les différents types de végétation ou habitats, de façon à connaître:
  - la *richesse spécifique*: l'identification des espèces devra être faite de façon rigoureuse en utilisant la connaissance du personnel local et la documentation existante;
  - la *diversité spécifique* faisant référence à la fréquence, l'abondance ou la densité des espèces;
  - la *distribution des espèces* dans les différents habitats;
  - l'*écologie des espèces*, qui devra prendre en compte le savoir traditionnel des populations locales.
6. Evaluer l'impact de la pression anthropique (agriculture, élevage, chasse) sur les différentes espèces.
7. Identifier les « espèces clés », indicateurs biologiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet.
8. Identifier les « espèces clés », indicateurs socio-économiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet. Il peut s'agir, par exemple, d'espèces faisant l'objet d'une chasse traditionnelle (consommation locale, pharmacopée traditionnelle, vente) ou d'un tourisme de vision.
9. Proposer une méthode de suivi des populations de grands mammifères, simple et pouvant être utilisée par le personnel local ayant été formé à cet effet.
10. Former le personnel local aux méthodologies d'inventaire des grands mammifères et de suivi des populations.

11. Faire des recommandations pour favoriser le maintien et/ou la réhabilitation d'habitats favorables aux grands mammifères. Ce point devrait être lié au point 12 de l'étude sur la végétation et la flore.

12. Faire des propositions pour une meilleure conservation et valorisation des espèces de grands mammifères au travers de la lutte anti-braconnage, d'élevages de gibier, de la chasse ou du tourisme de vision (en liaison avec enquêtes socio-économiques sur l'utilisation de la faune sauvage).

13. Faire des recommandations pour la mise en œuvre de micro-projets dans le but d'améliorer la conservation de la faune dans les sites ou régions étudiés (élevages de petit gibier, tourisme de vision, etc.).

\*\*\*\*\*

### Remarques et observations

◆ Les points 6, 7, 8 et 13 devront être considérés en prenant en compte les études socio-économiques qui seront réalisées dans les territoires tests sur l'utilisation des espèces animales par les communautés.

◆ Bien que les grands mammifères du Tchad soit relativement bien connus, certaines régions ont été peu explorées. Cette étude, réalisée au cours de la saison sèche, et dans la périphérie des parcs nationaux et réserves permettra de comparer l'état des populations entre les aires protégées et les zones communales. Les informations collectées par les communautés locales (agriculteurs, éleveurs), lors des enquêtes de terrain qui leur seront confiées, viendront compléter les résultats des recensements fauniques.

◆ La réalisation de photographies des principales espèces constituera une iconographie pouvant être intégrée dans la base de données du Projet et permettant l'illustration de l'Atlas du Projet.

◆ La réalisation de photographies de grands mammifères constituera une iconographie pour la base de données et les illustrations de l'Atlas du Projet.

## TERMES DE REFERENCE

### ETUDE DES PETITS MAMMIFERES

- Durée de l'étude: 1 mois -

Dans le cadre des études à conduire sur les **PETITS MAMMIFERES** au sein du Projet « Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement dans le Sud-Est du Tchad », et plus particulièrement dans les territoires et terroirs tests, le consultant (expert, étudiant) devra réaliser les tâches suivantes:

1. Réaliser une étude bibliographique sur les petits mammifères du Tchad et/ou de la région concernée par l'étude.
2. Définir les principaux types de végétation qui caractérisent la ou les zone(s) d'études en s'appuyant sur les cartes d'occupation des sols du Projet et des terroirs tests.
3. Choisir la méthode d'inventaire et le matériel nécessaire aux inventaires les plus appropriés en tenant compte:
  - des objectifs du Projet;
  - des conditions de terrain (habitats);
  - de la durée de l'étude;
  - de l'accessibilité aux sites d'études;
  - de la logistique du Projet.
4. Caractériser les principaux habitats étudiés par:
  - la bibliographie existante;
  - les cartes du Projet;
  - les résultats des inventaires floristiques réalisés sur le site du Projet (si disponibles);
  - des paramètres de terrain (composition, hauteur, densité, homogénéité de la végétation - facteurs environnementaux (climat, sols, etc.) - pression anthropique (agriculture, élevage, chasse, feux, etc.).
5. Réaliser les recensements des petits mammifères dans les différents types de végétation ou habitats, de façon à connaître:
  - la **richesse spécifique**: l'identification des espèces devra être faite de façon rigoureuse en utilisant la connaissance du personnel local et la documentation existante;
  - la **diversité spécifique** faisant référence à la fréquence, l'abondance ou la densité des espèces;
  - la **distribution des espèces** dans les différents habitats;
  - l'**écologie des espèces**, qui devra prendre en compte le savoir traditionnel des populations local.
6. Evaluer l'impact de la pression anthropique (agriculture, élevage, chasse, feu) sur les différentes espèces.
7. Identifier les « espèces clés », indicateurs biologiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet.
8. Identifier les « espèces clés », indicateurs socio-économiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet. Il peut s'agir, par exemple, d'espèces faisant l'objet d'une chasse traditionnelle (consommation locale, pharmacopée traditionnelle, vente) ou de prélèvements réalisés par les enfants et qui représentent parfois un complément protéinique important au niveau de l'alimentation.
9. Proposer une méthode de suivi des populations de petits mammifères, simple et pouvant être utilisée par le personnel local ayant été formé à cet effet.



10. Former le personnel local aux méthodologies d'inventaire des petits mammifères et de suivi des populations.

11. Faire des recommandations pour favoriser le maintien et/ou la réhabilitation d'habitats favorables aux petits mammifères. Ce point devrait être lié au point 12 de l'étude sur la végétation et la flore.

12. Faire des propositions pour une meilleure conservation et valorisation des espèces de petits mammifères (maintien et/ou réhabilitation des habitats naturels, limitation des prélèvements, petits élevages (aulacode) (en liaison avec enquêtes socio-économiques sur l'utilisation de la faune sauvage).

\*\*\*\*\*

### Remarques et observations

◆ Les points 6, 7 et 8 devront être considérés en prenant en compte les études socio-économiques qui seront réalisées dans les territoires tests sur l'utilisation des espèces animales par les communautés.

◆ Les petits mammifères du Tchad sont peu connus et aucune synthèse récente n'a été réalisée. Cette étude, réalisée dans la périphérie des parcs nationaux et réserves, permettra de comparer la diversité spécifique des zones non protégées par rapport à une aire protégée comme le Parc national de Zakouma ou un recensement préliminaire (rongeurs, insectivores et chiroptères) a été effectué en 2000 par le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

◆ Une telle étude ne peut être réalisée sans avoir recours à un piégeage et donc à des captures. La personne en charge de l'étude et les responsables du Projet devront s'assurer que les opérations de piégeage sont réalisées après obtention des autorisations nécessaires, délivrées par les autorités compétentes, et selon des règles strictes (pièges adaptés aux différentes espèces, filets standardisés pour les chiroptères) de façon à n'exposer les animaux ni aux conditions météorologiques défavorables (soleil, inondation des pièges), ni aux prédateurs (nécessité d'un contrôle permanent des pièges).

La manipulation des animaux doit suivre des principes rigoureux de façon à les stresser le moins possible. Il en est de même des individus sur lesquels pourront être faits des prélèvements (peau, sang), qui devront être auparavant légèrement anesthésiés (éther ou chloroforme). Les animaux destinés à des collections devront être tués par le biais d'une anesthésie en milieu étanche de façon à leur éviter toute souffrance.

La diffusion de spécimens (animaux entiers, peaux, crânes) au niveau d'institutions tchadiennes (Université de N'djaména) ou étrangères, de façon à enrichir les collections existantes, doit être réalisée dans un cadre scientifique et au travers d'une collaboration entre ces institutions et le Projet.

◆ La réalisation de photographies des espèces capturées constituera une iconographie pour la base de données et les illustrations de l'Atlas du Projet.

## TERMES DE REFERENCE

### ETUDE ORNITHOLOGIQUE

- Durée de l'étude: 2 mois -

Dans le cadre des études à conduire sur les **OISEAUX** au sein du Projet « Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement dans le Sud-Est du Tchad », et plus particulièrement dans les territoires et terroirs tests, le consultant (expert, étudiant) devra réaliser les tâches suivantes:

1. Réaliser une étude bibliographique sur l'avifaune du Tchad et/ou de la région concernée par l'étude.
2. Définir les principaux types de végétation qui caractérisent la ou les zone(s) d'études en s'appuyant sur les cartes d'occupation des sols du Projet et des terroirs tests.
3. Choisir la méthode d'inventaire la plus appropriée en tenant compte:
  - des objectifs du Projet;
  - des conditions de terrain (habitats);
  - de la durée de l'étude: 1 mois en saison sèche et 1 mois en saison des pluies;
  - de l'accessibilité aux sites d'études;
  - de la logistique du Projet.
4. Caractériser les principaux habitats étudiés par:
  - la bibliographie existante;
  - les cartes du Projet;
  - les résultats des inventaires floristiques réalisés sur le site du Projet (si disponibles);
  - des paramètres de terrain (composition, hauteur, densité, homogénéité de la végétation - facteurs environnementaux (climat, sols, etc.) - pression anthropique (agriculture, élevage, chasse, feu, etc.).
5. Réaliser des inventaires ornithologiques dans les différents types de végétation ou habitats, de façon à connaître:
  - la **richesse spécifique**: l'identification des espèces devra être faite de façon rigoureuse en utilisant la connaissance du personnel local et la documentation existante (livres et CD de chants);
  - la **diversité spécifique** faisant référence à la fréquence, l'abondance ou la densité des espèces;
  - la **distribution des espèces** dans les différents habitats;
  - l'**écologie des espèces**, qui devra prendre en compte le savoir traditionnel des populations local.
6. Evaluer l'impact de la pression anthropique sur les différentes espèces.
7. Identifier les « espèces clés », indicateurs biologiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet.
8. Identifier les « espèces clés », indicateurs socio-économiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet. Il peut s'agir, par exemple, d'espèces faisant l'objet d'une chasse traditionnelle (francolins, pintades, oiseaux d'eau) ou d'espèces recherchées par les enfants et qui constituent parfois un complément de protéines important au niveau alimentaire.
9. Proposer une méthode de suivi des populations d'oiseaux, simple et pouvant être utilisée par le personnel local ayant été formé à cet effet.
10. Former le personnel local aux méthodologies d'inventaire ornithologique et de suivi des populations d'oiseaux.

11. Faire des recommandations pour favoriser le maintien et/ou la réhabilitation d'habitats favorables aux oiseaux. Ce point devrait être lié au point 12 de l'étude sur la végétation et la flore.

12. Faire des propositions pour une meilleure conservation des espèces d'oiseaux (maintien et/ou réhabilitation des habitats naturels, limitation des prélèvements, petits élevages (pintade, francolin, caille), tourisme) (en liaison avec enquêtes socio-économiques sur l'utilisation de la faune sauvage).

13. Faire des recommandations pour la mise en œuvre de micro-projets pouvant favoriser la conservation des espèces d'oiseaux ou de certaines espèces particulières (petits élevages -pintade, francolin, caille, pigeon-, tourisme de vision, création d'associations, etc.)

\*\*\*\*\*

### Remarques et observations

◆ Les points 6, 7, 8 et 13 devront être considérés en prenant en compte les études socio-économiques qui seront réalisées dans les territoires tests sur l'utilisation des espèces animales par les communautés.

◆ Bien que l'avifaune du Tchad soit relativement bien connue, certaines régions ont été peu explorées. Cette étude, partagée entre la saison sèche et la saison des pluies, permettra de comparer les populations d'oiseaux sur les mêmes sites à des périodes de l'année différentes et de mettre ainsi en évidence la proportion des oiseaux sédentaires et migrateurs.

◆ Dans le cas de méthodes faisant appel à des captures d'oiseaux, le consultant ou l'étudiant et les responsables du Projet devront se procurer les autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes. Les captures devront être conduites en respectant les règles de piégeage (filets standardisés).

La manipulation des oiseaux devra suivre des principes rigoureux de façon à les stresser le moins possible. Il en sera de même des individus sur lesquels pourront être faits des prélèvements (peau, plumes, sang) qui devront être auparavant légèrement anesthésiés.

La réalisation de photographies des oiseaux capturés constituera une iconographie pouvant être intégrée dans la base de données du Projet et permettant l'illustration de l'Atlas du Projet

◆ La réalisation de photographies d'oiseaux et des espèces capturées constituera une iconographie pour la base de données et les illustrations de l'Atlas du Projet.

## TERMES DE REFERENCE

### ETUDE SUR LES AMPHIBIENS

- Durée de l'étude: 1 mois -

Dans le cadre des études à conduire sur la **AMPHIBIENS** au sein du Projet « Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement dans le Sud-Est du Tchad », et plus particulièrement dans les territoires et terroirs tests, le consultant (expert ou étudiant) devra réaliser les tâches suivantes:

1. Réaliser une étude bibliographique sur les amphibiens du Tchad et/ou de la région ciblée par l'étude concernant:

- la diversité spécifique et la richesse spécifiques du groupe au Tchad;
- la distribution des espèces.

2. Définir les principaux types d'habitats utilisés par les amphibiens sur le site du Projet et au niveau des territoires et terroirs tests.

3. Choisir la méthode d'inventaire la plus appropriée en tenant compte:

- des objectifs du Projet;
- des conditions de terrain (habitats);
- de la durée de l'étude;
- de l'accessibilité aux sites d'études;
- de la logistique du Projet.

4. Caractériser les principaux habitats étudiés par:

- bibliographie existante;
- les facteurs physiques et chimiques (climat, débit, courant, rapides, profondeur, mares permanentes ou temporaires, pH de l'eau, etc.);
- les facteurs biologiques (végétation, occupation des sols, élevage, pression anthropique, pêche, etc.)

5. Réaliser des inventaires des amphibiens dans les différents types de milieux aquatiques ou habitats, de façon à connaître:

- la **richesse spécifique**: l'identification des espèces devra être faite de façon rigoureuse en utilisant la connaissance du personnel local et la documentation existante. Les espèces capturées et non identifiées devront être confiées à des spécialistes tchadiens ou étrangers de façon à assurer la rigueur au niveau systématique;

- la **diversité spécifique** faisant référence à la fréquence, l'abondance ou la densité des espèces;

- la **distribution des espèces** dans les différents habitats;

- l'**écologie des espèces**, qui devra prendre en compte le savoir traditionnel des populations locales.

6. Evaluer l'impact de la pression anthropique sur les différentes espèces et les principales menaces pour les populations d'amphibiens (capture pour l'alimentation, prédation, pollution, etc.).

7. Evaluer le statut des différentes espèces.

8. Identifier les « espèces clés », indicateurs biologiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet.

9. Proposer une méthode de suivi des populations d'amphibiens, simple et pouvant être utilisée par le personnel local ayant été formé à cet effet.

10. Former le personnel local aux méthodes d'inventaire et de suivi des populations d'amphibiens.

11. Faire des recommandations pour favoriser le maintien et/ou la réhabilitation des habitats favorables aux amphibiens et donc la sauvegarde des espèces.
12. Faire des recommandations pour la mise en œuvre de micro-projets pouvant favorisant l'utilisation et la conservation des amphibiens (petits élevages).

\*\*\*\*\*

### Remarques et observations

◆ Les amphibiens du Tchad sont peu connus et aucune étude récente ne permet d'apprécier l'état des populations des différentes espèces.

La situation géographique du Tchad, au carrefour entre les « blocs » de l'Afrique de l'Ouest, de l'Afrique centrale et de l'Afrique de l'Est laisse à penser que la faune herpétologique (incluant également les reptiles) est composée de taxons pouvant appartenir à des régions différentes, avec certainement un endémisme au niveau régional.

◆ Une telle étude ne pouvant être réalisée sans opérations de piégeage, il est recommandé de conserver quelques spécimens de chaque espèce afin d'en assurer une identification rigoureuse, de compléter les collections biologiques au niveau du Tchad (Université de N'djaména) et/ou d'enrichir les collections d'autres institutions qui seraient intéressées.

La personne en charge de l'étude et les responsables du Projet devront s'assurer que les opérations de piégeage sont réalisées selon des règles strictes de façon à n'exposer les animaux ni aux conditions météorologiques défavorables (soleil, inondation des pièges), ni aux prédateurs (nécessité d'un contrôle permanent des pièges).

La manipulation des animaux doit suivre des principes rigoureux de façon à les stresser le moins possible. Il en est de même des individus sur lesquels pourront être faits des prélèvements (peau, sang), qui devront être auparavant légèrement anesthésiés (éther ou chloroforme).

Les animaux destinés à des collections devront être tués par le biais d'une anesthésie en milieu étanche de façon à leur éviter toute souffrance.

La diffusion de spécimens au niveau d'institutions tchadiennes (Université de N'djaména) ou étrangères, de façon à enrichir les collections existantes, doit être réalisée dans un cadre scientifique et au travers d'une collaboration entre ces institutions et le Projet.

◆ La réalisation de photographies des espèces observées et/ou capturées constituera une iconographie pour la base de données et les illustrations de l'Atlas du Projet.



## TERMES DE REFERENCE

### ETUDE SUR LES REPTILES

- Durée de l'étude: 1 mois -

Dans le cadre des études à conduire sur les **REPTILES** (serpents, lézards, caméléons, tortues) au sein du Projet « Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement dans le Sud-Est du Tchad », et plus particulièrement dans les territoires et terroirs tests, le consultant (expert ou étudiant) devra réaliser les tâches suivantes:

1. Réaliser une étude bibliographique sur les reptiles au Tchad et/ou de la zone ciblée par l'étude concernant:

- la diversité spécifique et la richesse spécifiques du groupe au Tchad;
- la distribution des espèces.

2. Définir les principaux types d'habitats utilisés par les reptiles sur le site du Projet et au niveau des territoires et des terroirs tests.

3. Choisir la méthode d'inventaire la plus appropriée en tenant compte:

- des objectifs du Projet;
- des conditions de terrain (habitats);
- de la durée de l'étude;
- de l'accessibilité aux sites d'études;
- de la logistique du Projet.

4. Caractériser les principaux habitats étudiés par:

- bibliographie existante;
- les facteurs physiques et chimiques (climat, débit, courant, rapides, profondeur, mares permanentes ou temporaires (tortues, crocodiles), pH de l'eau (tortues, crocodiles), pollution de l'eau (tortues, crocodiles), etc.);
- les facteurs biologiques (végétation, occupation des sols, élevage, pression anthropique, pêche, feu, etc.)

5. Réaliser des inventaires des reptiles dans les différents types de milieux terrestres et aquatiques ou habitats, de façon à connaître:

- la **richesse spécifique**: l'identification des espèces devra être faite de façon rigoureuse en utilisant la connaissance du personnel local et la documentation existante. Les espèces capturées et non identifiées devront être confiées à des spécialistes tchadiens ou étrangers de façon à assurer la rigueur au niveau systématique;
- la **diversité spécifique** faisant référence à la fréquence, l'abondance ou la densité des espèces;
- la **distribution des espèces** dans les différents habitats;
- l'**écologie des espèces**, qui devra prendre en compte le savoir traditionnel des populations locales.

6. Evaluer l'impact de la pression anthropique sur les différentes espèces et les principales menaces pour les populations de reptiles (capture pour l'alimentation, la vente, la pharmacopée traditionnelle, pollution, feu, défrichements, etc.).

7. Evaluer le statut des différentes espèces.

8. Identifier les « espèces clés », indicateurs biologiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet.

9. Proposer une méthode de suivi des populations de reptiles, simple et pouvant être utilisée par le personnel local ayant été formé à cet effet.
10. Former le personnel local aux méthodes d'inventaire et de suivi des populations de reptiles.
11. Faire des recommandations pour favoriser le maintien et/ou la réhabilitation des habitats favorables aux reptiles et donc la sauvegarde des espèces.

\*\*\*\*\*

## Remarques et observations

◆ Les reptiles du Tchad sont peu connus et aucune synthèse récente ne permet d'apprécier l'état des populations des différentes espèces. Les informations disponibles proviennent d'une bibliographie à caractère régional et ne concernent souvent que les serpents: aucune information n'est disponible par exemple pour les lézards.

La situation géographique du Tchad, au carrefour entre les « blocs » de l'Afrique de l'Ouest, de l'Afrique centrale et de l'Afrique de l'Est laisse à penser que la faune herpétologique (incluant également les amphibiens) est composée de taxons pouvant appartenir à des régions différentes, avec certainement un endémisme au niveau régional.

◆ Une telle étude ne pouvant être réalisée sans opérations de piégeage et de capture, il est recommandé de conserver quelques spécimens de chaque espèce afin d'en assurer une identification rigoureuse, de compléter les collections biologiques au niveau du Tchad (Université de N'djaména) et/ou d'enrichir les collections d'autres institutions qui seraient intéressées.

La personne en charge de l'étude et les responsables du Projet devront s'assurer que les opérations de piégeage et de capture sont réalisées selon des règles strictes de façon à n'exposer les animaux ni aux conditions météorologiques défavorables (soleil, inondation des pièges), ni aux prédateurs (nécessité d'un contrôle permanent des pièges).

La manipulation des animaux doit suivre des principes rigoureux de façon à les stresser le moins possible (bien que les reptiles soient des animaux moins sensibles que les mammifères, oiseaux ou amphibiens). Il en est de même des individus sur lesquels pourront être faits des prélèvements (peau, sang), qui devront être auparavant légèrement anesthésiés (éther ou chloroforme). Les animaux destinés à des collections devront être tués par le biais d'une anesthésie en milieu étanche de façon à leur éviter toute souffrance.

La diffusion de spécimens au niveau d'institutions tchadiennes (Université de N'djaména) ou étrangères, de façon à enrichir les collections existantes, doit être réalisée dans un cadre scientifique et au travers d'une collaboration entre ces institutions et le Projet.

La réalisation de photographies des reptiles capturés constituera une iconographie pouvant être intégrée dans la base de données du Projet et permettant l'illustration de l'Atlas du Projet

◆ La réalisation de photographies des espèces observées et/ou capturées constituera une iconographie pour la base de données et les illustrations de l'Atlas du Projet.

## TERMES DE REFERENCE

### ETUDE ICHTYOLOGIQUE

- Durée de l'étude: 1 mois -

Dans le cadre des études à conduire sur les **POISSONS** au sein du Projet « Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement dans le Sud-Est du Tchad », et plus particulièrement dans les territoires et terroirs tests, le consultant (expert ou étudiant) devra réaliser les tâches suivantes:

1. Réaliser une étude bibliographique sur les poissons du Tchad et/ou de la ciblée par l'étude concernant:
  - la diversité spécifique et la richesses spécifiques de la faune ichtyologique;
  - la distribution des espèces;
  - les différentes méthodes de pêche;
  - l'importance économique de la ressource.
2. Définir les principaux types d'habitats utilisés par la faune ichtyologique sur le site du Projet et au niveau des territoires et des terroirs tests.
3. Choisir la méthode d'inventaire la plus appropriée en tenant compte:
  - des objectifs du Projet;
  - des conditions de terrain (habitats);
  - de la durée de l'étude;
  - de l'accessibilité aux sites d'études;
  - de la logistique du Projet.
4. Caractériser les principaux habitats étudiés par:
  - bibliographie existante;
  - les facteurs physiques et chimiques (débit, courant, rapides, profondeur, pH, etc.);
  - les facteurs biologiques (végétation, occupation des sols, élevage, pression de pêche, etc.)
5. Réaliser des inventaires ichtyologiques dans les différents types de milieux aquatiques ou habitats, de façon à connaître:
  - la **richesse spécifique**: l'identification des espèces devra être faite de façon rigoureuse en utilisant la connaissance du personnel local et la documentation existante. Les espèces capturées et non identifiées devront être confiées à des spécialistes tchadiens ou étrangers de façon à assurer la rigueur au niveau systématique;
  - la **diversité spécifique** faisant référence à la fréquence, l'abondance ou la densité des espèces;
  - la **distribution des espèces** dans les différents habitats;
  - l'**écologie des espèces**, qui devra prendre en compte le savoir traditionnel des populations locales.
6. Evaluer l'impact de la pression de pêche sur les différentes espèces et les principales menaces pour les populations de poissons (pollution, etc).
7. Evaluer l'impact économique de la pêche sur les populations de poissons.
8. Identifier les « espèces clés », indicateurs biologiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet.
9. Identifier les « espèces clés », indicateurs socio-économiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet. La pêche constitue une ressource économique importante au Tchad et certaines espèces sont actuellement menacées par une pêche intensive.

10. Proposer une méthode de suivi des populations de poissons, simple et pouvant être utilisée par le personnel local ayant été formé à cet effet.
11. Former le personnel local aux méthodes d'inventaire et de suivi des populations de poissons.
12. Faire des recommandations pour la mise en œuvre de micro-projets dans le but de:
  - favoriser le maintien et/ou la réhabilitation des habitats favorables aux poissons;
  - développer la production de poisson au niveau villageois (pisciculture, etc.) et permettre l'utilisation durable de la ressource;

\*\*\*\*\*

### Remarques et observations

◆ Les points 6, 7, 8, 9 et 12 devront être considérés en prenant en compte les études socio-économiques qui seront réalisées dans les territoires tests sur l'utilisation des espèces animales par les communautés.

◆ La faune ichthyologique du Tchad a fait l'objet de nombreuses études, dans le passé, qui demandent à être actualisées.

Une telle étude ne pouvant être réalisée sans opérations de piégeage et de capture, il est recommandé de conserver quelques spécimens de chaque espèce afin d'en assurer une identification rigoureuse, de compléter les collections biologiques au niveau du Tchad et/ou d'enrichir les collections d'autres institutions qui seraient intéressées.

Les individus sur lesquels pourront être faits des prélèvements (peau, écaille, sang) devront être auparavant légèrement anesthésiés (éther ou chloroforme). Les animaux destinés à des collections devront être tués par le biais d'une anesthésie en milieu étanche de façon à leur éviter toute souffrance.

La diffusion de spécimens au niveau d'institutions tchadiennes (Université de N'djaména) ou étrangères, de façon à enrichir les collections existantes, doit être réalisée dans un cadre scientifique et au travers d'une collaboration entre ces institutions et le Projet.

La réalisation de photographies des poissons capturés constituera une iconographie pouvant être intégrée dans la base de données du Projet et permettant l'illustration de l'Atlas du Projet

◆ La réalisation de photographies des espèces observées et/ou capturées constituera une iconographie pour la base de données et les illustrations de l'Atlas du Projet.

## TERMES DE REFERENCE

### **ETUDE SUR LES INVERTEBRES - LEPIDOPTERES DIURNES \* -**

- Durée de l'étude: 1 mois -

Dans le cadre des études à conduire sur les **INVERTEBRES** au sein du Projet « Interactions Elevage - Faune sauvage - Environnement dans le Sud-Est du Tchad », et plus particulièrement dans les territoires et terroirs tests, le consultant (expert ou étudiant) devra réaliser les tâches suivantes:

1. Réaliser une étude bibliographique sur les lépidoptères diurnes du Tchad et/ou de la région ciblée par l'étude concernant:
  - la diversité spécifique et la richesse spécifiques du groupe;
  - la distribution des espèces;
2. Définir les principaux types d'habitats utilisés par les papillons diurnes sur le site du Projet et au niveau des territoires et des terroirs tests.
3. Choisir la méthode d'inventaire la plus appropriée en tenant compte:
  - des objectifs du Projet;
  - des conditions de terrain (habitats);
  - de la durée de l'étude;
  - de l'accessibilité aux sites d'études;
  - de la logistique du Projet.
4. Caractériser les principaux habitats étudiés par:
  - bibliographie existante;
  - les facteurs physiques (climat, topographie);
  - les facteurs biologiques (végétation, occupation des sols, agriculture, élevage, etc.)
5. Réaliser des inventaires des lépidoptères diurnes dans les différents types de milieux ou habitats, de façon à connaître:
  - la **richesse spécifique**: l'identification des espèces devra être faite de façon rigoureuse en utilisant la connaissance du personnel local et la documentation existante. Les espèces capturées et non identifiées devront être confiées à des spécialistes tchadiens ou étrangers de façon à assurer la rigueur au niveau systématique;
  - la **diversité spécifique** faisant référence à la fréquence, l'abondance ou la densité des espèces;
  - la **distribution des espèces** dans les différents habitats;
  - l'**écologie des espèces**, qui devra prendre en compte le savoir traditionnel des populations locales.
6. Evaluer l'impact de la pression anthropique (agriculture, déforestation, feu, etc.) sur les différentes espèces et les principales menaces pour les populations de papillons.
7. Identifier les « espèces clés », indicateurs biologiques, à intégrer dans le cadre du programme de suivi environnemental du Projet.
8. Proposer une méthode de suivi des populations de papillons, simple et pouvant être utilisée par le personnel local ayant été formé à cet effet.
9. Former le personnel local aux méthodes d'inventaire et de suivi des populations de papillons.
10. Faire des recommandations pour favoriser le maintien et/ou la réhabilitation des habitats favorables aux lépidoptères diurnes;



11. Faire des recommandations pour la mise en œuvre de micro-projets permettant la conservation des espèces (élevages de certaines espèces esthétiques et recherchées par les collectionneurs par exemple).

\*\*\*\*\*

### Remarques et observations

◆ L'étude des papillons et la détermination rigoureuse des espèces ne peut se faire sans capturer les insectes, à l'aide pièges qui n'abiment pas les insectes.

Il est recommandé de conserver quelques spécimens de chaque espèce afin de faire procéder à des vérifications de détermination par des entomologistes tchadiens ou étrangers. La conservation des papillons, qui sont des insectes très fragiles, doit suivre des règles strictes depuis l'opération de capture jusqu'à la préparation des spécimens.

La diffusion de spécimens au niveau d'institutions tchadiennes (Université de N'djaména) ou étrangères, de façon à enrichir les collections existantes, doit être réalisée dans un cadre scientifique et au travers d'une collaboration entre ces institutions et le projet.

◆ La réalisation de photographies des espèces observées et/ou capturées constituera une iconographie pour la base de données et les illustrations de l'Atlas du Projet.

\* Les lépidoptères diurnes ont été retenus dans le cadre du Projet car ce sont, parmi les nombreux groupes d'insectes, les plus faciles à étudier. Des études ultérieures pourraient considérer certains coléoptères, comme les bousiers par exemple, et les invertébrés aquatiques qui constituent de bons indicateurs biologiques.

## **ATLAS DU PROJET**

### **INTERACTIONS ELEVAGE - FAUNE SAUVAGE - ENVIRONNEMENT AUTOUR DES AIRES PROTEGEES DANS LE SUD-EST DU TCHAD**

- Mention des partenaires (Institutions tchadiennes et étrangères) impliqués dans le Projet -
- Mention des auteurs, réalisateurs et participants dans la production de l'Atlas -
- Remerciements -

#### **CADRE GENERAL**

*Présenter le contexte général dans lequel s'inscrit le Projet*

#### **PREFACE**

Personnalité tchadienne

#### **GENESE DU PROJET**

#### **LE SUD-EST DU TCHAD DANS LE CONTEXTE ACTUEL**

Historique

Comparaison entre la région nord et la région sud

#### **SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PROJET**

Le Sud-Est du Tchad, carrefour entre les influences de l'Afrique de l'Ouest, de l'Est et du Sud

Conséquences sur le milieu naturel et sur l'environnement socio-culturel

#### **GEOMORPHOLOGIE**

#### **SOLS**

#### **TOPOGRAPHIE**

#### **CLIMAT**

#### **POPULATIONS HUMAINES**

Historique des peuplements humains

Importance

Ethnies

Répartition

Cultures

Activités

#### **INDUSTRIES**

#### **AGRICULTURE**

Modes de gestion de la terre (voir également pour l'élevage)

Types d'agriculture, dynamiques, contraintes

Productions

Activités commerciales

#### **ELEVAGE**

Types d'élevage (transhumant, sédentaire, mixte)

Axes de transhumance

Contraintes (mouche tsé-tsé, ressources en eau, pâturages, maladies, etc.)

Races de bétail

Importance des populations de bétail

Activités commerciales. etc.

**AIRES PROTEGEES** (Parcs nationaux, réserves de faune, réserves botaniques, etc.)

**ZONES HUMIDES** (Lacs, zones inondables, etc.)

**FAUNE SAUVAGE**

Mammifères

Oiseaux

Batraciens

Reptiles

Poissons

Invertébrés (Groupes pour lesquels l'information est disponible)

**VEGETATION ET FLORE**

Carte de la végétation

Formations végétales, espèces caractéristiques

**RESSOURCES NATURELLES**

Potentiel

Ressources minières

Ressources en eau (voir climat)

Ressources végétales

Alimentation

Produits ligneux

Produits non ligneux

Ressources pastorales (voir végétation et élevage)

Pharmacopée traditionnelle

Activités commerciales

Ressources animales

Alimentation

Autres produits

Pharmacopée traditionnelle

Activités commerciales

Chasse

Tourisme

Importance dans la vie traditionnelle

**CONFLITS**

Agriculture/élevage

Élevage/faune sauvage

Agriculture faune/sauvage

Agriculteurs/éleveurs

Homme/faune sauvage

**TOURISME**

Actuel

Potentialités et contraintes

Sites d'intérêt particulier

## **CADRE THEMATIQUE**

### *Etudes de cas des différents terroirs*

Cette partie de l'Atlas doit être le reflet des activités du Projet au travers des résultats des travaux, inventaires et enquêtes de terrain.

Elle viendra confirmer et/ou compléter la première partie tout en exposant les potentiels et contraintes mis en évidence dans la gestion des terroirs et en proposant des outils pour une meilleure gestion et conservation des ressources naturelles.

## **PRESENTATION DES « TERROIRS TESTS »**

Système d'exploitation des terroirs

Gestion et conservation des ressources naturelles

Informations devant être appuyées par des cartes, photographies et dessins.

## **ANNEXES**

Florule du Projet  
Liste des mammifères  
Liste des oiseaux  
Liste des poissons  
Liste des batraciens  
Liste des reptiles  
Liste des invertébrés

## **BIBLIOGRAPHIE**

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, D. R., LAAKE, J. L., CRAIN, B. R. & BURNHAM, K. P. 1979.** Guidelines for line transect sampling of biological population. *Journal of Wildlife Management* 43 (1): 70-78.
- BURNHAM, K. P., ANDERSON, D. R. & LAAKE, J. L. 1980.** Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monograph* Number 72.
- BARLOW, K. 1999.** Bats: Expedition Field Techniques. Expedition Advisory Centre, Royal Geographical Society, London, 68 p.
- BLACHE, 1964.** Les poissons des bassins du Lac Tchad et du bassin adjacent du Mayo Kebi. ORSTOM.
- BOUDET, G. 1978.** Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. 3<sup>e</sup> édition. Ministère de la Coopération/IEMVT, 258 p.
- BOURGAREL, M. 1997.** Evaluation, suivi et valorisation par la chasse sportive de la grande faune dans le cadre du Projet « Conservation de la Biodiversité dans la Moyenne Vallée du Zambèze ». D.E.S.S. Productions Animales en Régions Chaudes, CIRAD/INA/ENV/MNHN, 79 p. + Annexes.
- BOURLIERES, F. 1969.** L'échantillonnage des populations de grands mammifères. In *Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Masson & Cie (Ed.), Paris, pp. 189-206.
- BOUTIN, J. M., MAILLARD, J. M., DELORME, D. & VAN LAERE G. 1987.** Suivi de l'évolution de la fécondité chez le chevreuil (*Capreolus capreolus*) par l'observation des groupes familiaux. *Gibier Faune sauvage*, 4, (3): 255-265.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1932.** Plant sociology. The study of plant communities. New York, London, McGraw Hill, 439 p.
- BUCKLAND, S.T., ANDERSON, D. R., BURNHAM, K. P. & LAAKE, J. L. 1993.** DISTANCE SAMPLING: Estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall, 445 p.
- NBORROW, N. & DEMEY, R. 2001.** Birds of Western Africa. Helms Identification Guides, Christopher Helm, London, 832 p.
- CAUGHLEY, G. 1977.** Analysis of vertebrate populations, A Wiley-Interscience publication, John Wiley & Sons (Ed.).
- CHAPUIS, C. 2001.** African Bird Sounds: Birds of North, West and Central Africa. SEOF.
- CHIPPAUX, J. P. 2001.** Les serpents d'Afrique occidentale et centrale. Editions de l'IRD, 292 p.
- COAD, B. W. 1998.** Fishes: Expedition Field Techniques. Expedition Advisory Centre, Royal Geographical Society, London, 103 p.
- COLIN, J. Bibby, BURGEISS, Neil D., HILL, David A. & MUSTOE, Simon H. 2000.** Bird census techniques (2 nd. Edition). Academic Press, 302 p.
- DAGET, J. 1954.** Les poissons du Niger supérieur. IFAN, Dakar, 391 p.
- DAGET, P. & POISSONET, J. 1971.** Une méthode d'analyse phytologique des prairies. *Ann. agron.* 22 (1), pp. 5-41.
- DAGET, J., GOSSE, J. P. & van den AUDENARDE, Thys. 1984.** Catalogue des poissons d'eau douce d'Afrique: Volume I. ORSTOM Paris/MRAC Tervuren, 410 p.
- EBERHARDT, L. L. 1978a.** Transect method for population studies. *Journal of Wildlife Managt.* 42, 1632.



- ELZINGA CARYL L., SALZER, D. W., WILLOUGHBY, J. W. & GIBBS, J. P. 2001.** Monitoring Plants and Animal Populations. Blackwell Science, 360 p.
- FUVEL, N. 1998.** Méthodes de dénombrement des grands mammifères terrestres. Rapport bibliographique, D.E.A., Université Claude Bernard, Lyon, 30 p.
- GAILLARD, J. M., BOUTIN, J. M. & Van LAERE, G. 1993.** Dénombrer les populations de chevreuil par l'utilisation du *line transect*. Etude de faisabilité. Revue d'Ecologie, La Terre et La vie 48 : 73-85.
- GILLET, H. (1969).** La végétation du Parc national de Zakouma (Tchad) et ses rapports avec les grands mammifères. La Terre et la Vie 4, pp. 373-485.
- GUIBERT, B. 1997.** Une nouvelle approche des populations de chevreuil en forêt: l'indice de pression sur la flore. Bulletin technique de l'ONF, 32 : 5-13.
- HEYER, R. W., DONNELLY, M. A, McDIARMID, R. W., HAYEK, L. C. & FOSTER, M. S. 1994.** Measuring and Monitoring Biological diversity: Standards methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, 364 p.
- HIBERT, F. 1998.** Mise en place d'une méthode de comptage de grands herbivores sauvages en Afrique australe. Mémoire de Fin d'Etudes, pour le Diplôme d'Agronomie Approfondie en Génie de l'Environnement, Préservation et Aménagement des Milieux, CIRAD/ENSA (Rennes), 54 p.
- HOWES, J. & BAKEWELL, D. 1989.** Shorebirds Study Manual. Asian Wetland Bureau, Kuala Lumpur, Malaysia.
- JONES, M. J., LINSLEY, M. D. & MARSDEN, S. J. 1995.** Population sizes, status and habitats associations of the restricted-range bird species of Sumba, Indonesia. Bird Conservation International 5/ 21-52.
- KENT, M. & COKER, P. 1992.** Vegetation description and analysis: A practical approach. John Wiley & Sons, 363.
- KUNZ, T. H. 1988.** Ecological and behavioural methods for the study of bats. Washington: Smithsonian Institution Press.
- LAMPREY, H. F. 1964.** Ecological separation of the large species in the Tarangire Game Reserve, Tanganyika. East African Wildlife Journal, N° 1, pp. 63-92.
- LARSEN, T. B. 1971.** The Butterflies of Kenya and their Natural History. Oxford University Press, Oxford.
- LEOPOLD, A. 1933.** Game management, Charles Schribner's Sons, New York.
- LEVEQUE, C. & PAUGY, D. 1984.** Guide des poissons d'eau douce de la zone du programme de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest. ORSTOM-OMS.
- LOHOEFENER, R. & WOLFE, J. 1984.** A new live trap and a comparison with pitfall traps. Herpetological Review 15 (1): 25-26.
- MAGURRAN, A. (1988).** Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, London.
- MAILLARD, D., NTSAME-ALLOGHE, E., VAN HECKE, G., GARCIA, C., TERRIER, M. & BUTAUD, J. F. 2001.** Méthode de suivi des populations animales par indicateurs biologiques, Parc National de Zakouma, Tchad. ENGREF/COMMISSION EUROPEENNE/Direction de la Faune et des Parcs nationaux, 40 p.
- MICHEL, J. F. 1999.** Les dénombrements d'animaux domestiques: synthèse bibliographique. CIRAD-EMVT, ECONAP, 51 p.
- MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE. 2000.** Diversité des petits mammifères de Zakouma. Rapport de la mission au Parc National de Zakouma, 10 p.

- MUTERE, F.A. 1980.** *Eidolon helvum* revisited. In Proceedings, Fifth International Bat Research Conference. (Eds. D. E. Wilson & Gardner, A. L.), pp. 145-150. Lubbock: Texas Tech Press.
- NICOLL, M. E. & RACEY, P. A. 1981.** The Seychelles fruit bats, *Pteropus seychellenensis seychellenensis*. African Journal of Ecology 19: 361-464.
- NORTON-GRIFFITHS, M. 1978.** Counting animals. Afr. Wild. Found. edition, Nairobi, Kenya.
- PENNINGTON, K. 1978.** In Pennington's butterflies of Southern Africa (eds C. G. C. Dikson & D. M. Kroo). A. D. Donker, Johannesburg & London.
- PENNYCUIK, C. J. 1969.** Methods of using light aircraft in wildlife biology. East African Agricultural and Forestry Journal 34 (Special Issue): 24-29.
- PIAS, J. 1970.** La végétation du Tchad: ses rapports avec le sols et les variations paléobotaniques au Quaternaire. Travaux et Documents de l'ORSTOM, 47 P.
- POMEROY, D. & TENGECHO, B. 1986.** Studies of birds in a semi-arid area of Kenya. III - the use of "Times species counted" for studying regional avifaunas. Journal of Tropical Ecology 2: 231, pp. 231-247.
- RAUKIAER, C (1934).** The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford Univ. Press, Oxford, 632 p.
- RÖDEL, M. O. 2000.** Herpetofauna of West Africa. Vol. I: Amphibians of the West African Savanna. Edition Chimaira, 332 p.
- SCHERRER, B. 1984.** Biostatistique. Gaëtan Morin Editeur, 850 p.
- SEBER, G.A.F. 1982.** The estimation of animal abundance and related parameters. Macmillan (Ed.), NewYork, 654 p.
- SKINNER, J., BEAUMOND, N. & PIROT, J.-Y. 1994.** Manuel de formation à la gestion des zones humides tropicales. UICN, Gland, 272 p.
- SUTHERLAND, J. W. (ed.). 2000.** Ecological Census Techniques: A Handbook. Cambridge University Press, 336 p.
- VAN LAVIEREN, L. P. 1976.** Méthodes d'inventaires des populations de grand mammifères d'Afrique. FAO, Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture: Ecole pour la formation des spécialistes de la faune, Garoua, Cameroun.
- VILLIERS, A. 1958.** Tortues et crocodiles de l'Afrique noire française. IFAN, Dakar, 354 p.
- VIVIEN J. 1991.** Faune du Cameroun: Guide des mammifères et poissons. GICAM/MINISTERE DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT, 271 p.,
- WATSON, R. M. & TIPPETT, C. I. 1977.** Sudan pilot livestock census South Kordofan. Khartoum, Sudan. Ministry of Agriculture, Food and Natural Resources.
- WILSON, D. E., RUSSEL COLE, F., NICHOLS, J. D., RUDRAM, R. & FOSTER, M. S. 1996.** Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standards Methods for Mammals. Smithsonian Institution Press, Washington and London, 409 p.
- WITZ, B. W. 1996.** A new device for capturing small and medium sized lizards by hand - the lizard grabber. Herpetological review 27 (1): 130-131.
- WORLD CONSERVATION MONITORING CENTER (WCMC). 1992.** Global Biodiversity : Status of the Earth's Living Resources. NHM/IUCN/UNEP/WWF/WRI, Chapman & Hall, 585 p.